



Hannes Keskikiikonen

Joukkoistamisen mahdollisuudet liikkumistutkimuksissa

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espoossa 24.4.2014
Valvoja: Prof. Tapio Luttinen
Ohjaaja: TkT Iisakki Kosonen

Diplomityön tiivistelmä

Tekijä Hannes Keskiikonen

Työn nimi Joukkoistamisen mahdollisuudet liikkumistutkimuksissa

Laitos Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos

Professuuri Liikennetekniikka

Professuurikoodi Yhd-71

Työn valvoja Prof. Tapio Luttinen

Työn ohjaajat TkT Iisakki Kosonen

Päivämäärä 24.4.2014

Sivumäärä 72 + 19

Kieli suomi

Liikkumistutkimuksilla kerätään tietoa kaupungin tai alueen asukkaiden päivittäisestä liikkumisesta liikenne- ja kaupunkisuunnittelun päätöksenteon tueksi. Kerättävän tiedon avulla laaditaan kaupungin liikennettä kuvaavia liikennemalleja. Liikennemallien avulla taas pystytään ennustamaan suunnitteilla olevien liikennehankkeiden vaikutuksia liikenteen määrään ja ominaisuuksiin kaupungin tie- ja katuverkolla.

Perinteisiä liikkumistutkimusten tekemisessä käytettyjä tiedonkeruumenetelmiä ovat postikyselyt, puhelinhaastattelut, internet-kyselyt ja näiden yhdistelmät. Nämä menetelmät vaativat kuitenkin paljon käsin tehtävää työtä ja niiden tekemiseen kuluu paljon aikaa. Tiedonkeruuta automatisoimalla liikkumistutkimuksia voitaisiin tehdä nykyistä useammin, inhimillisiä virheitä välttäen ja pienemmillä kustannuksilla.

Tässä työssä esitellään sähköinen matkapäiväkirja, joka on uusi liikkumistutkimusten tiedonkeruumenetelmä. Se hyödyntää nykyaikaisia mobiililaitteita ja niiden paikannustoimintoja, erilaisia sensoreita sekä internet-yhteyttä kerätäkseen liikkumistutkimuksessa tarvittavaa tietoa. Järjestelmään kuuluva mobiilisovellus pystyy tunnistamaan tutkimuksen osallistujien käyttämät reitit ja kulkumuodot automaattisesti.

Työn tavoitteena oli arvioida sähköisen matkapäiväkirjan soveltuvuutta liikkumistutkimusten tiedonkeruumenetelmäksi aiheeseen liittyvän kirjallisuuden, järjestelmän kehitystyön aikaisten kokemusten ja toteutetulla järjestelmällä järjestetyn käyttökokeilun tuloksien avulla. Lisäksi ehdotettiin aiheesta tehtävän jatkotutkimuksen aiheita ja suuntaviivoja sähköisen matkapäiväkirjan jatkokehitykselle.

Työn tuloksena havaittiin, että sähköinen matkapäiväkirja pystyy tuottamaan yksityiskohtaista matkatietoa käyttäjäystävällisen mobiilisovelluksen avulla. Osa kulkumuodoista pystytään tunnistamaan melko luotettavasti, mutta osan tunnistamisessa havaittiin virheitä. Jatkokehitystä on siis tehtävä, jotta menetelmällä kerätty tieto olisi riittävän luotettavaa. Sähköinen matkapäiväkirja avaa kuitenkin uusia mahdollisuuksia liikenteellisille tarkasteluille.

Avainsanat henkilöliikennetutkimus, liikkumistutkimus, liikennesuunnittelu, liikennejärjestelmäsuunnittelu, mobiililaitte, älypuhelin, tiedonkeruu, joukkoistaminen, osallistaminen

Abstract of master's thesis

Author Hannes Keskiikonen

Title of thesis The Possibilities of Crowdsourcing in Travel Surveys

Department Department of Civil and Environmental Engineering

Professorship Transportation Engineering **Code of professorship** Yhd-71

Thesis supervisor Prof. Tapio Luttinen

Thesis advisor D.Sc. (Eng.) Iisakki Kosonen

Date 24.4.2014**Number of pages** 72 + 19**Language** Finnish

Travel surveys are used for collecting data about the daily traveling of the inhabitants in a city or a certain area. The collected data is given as a parameter for creating a transport model, which will be further utilized to estimate the effects of upcoming changes in the transportation system. The results are used for aiding decision making in urban planning and transportation planning.

The traditional data collection methods used in travel surveys include post survey, telephone interview, Internet survey or a combination of them. However, the traditional methods are time-consuming and expensive to conduct. By automating the data collection process, travel surveys could be carried out more often and with less human errors as well as with lower costs.

In this thesis, a new data collection method for travel surveys is presented. The method is called electronic travel diary. It collects data for travel surveys by utilizing modern smart phones and their positioning functionalities, sensors and connectivity to the Internet. The mobile application belonging to the system is able to automatically detect the participants' routes and travel modes.

The objective of this thesis is to evaluate the applicability of the electronic travel diary as a data collection method for travel surveys. This is achieved by utilizing literature published about the subject, experiences gathered during the development work and the results of the organized pilot study. Also subjects for future research and suggestions for the development of electronic travel diary are proposed.

The results of this thesis show, that the electronic travel diary is capable of producing highly detailed information about trips by providing a user-friendly mobile application. Some of the travel modes are detected quite reliably, but for the others, major errors were found. This indicates, that further development of the system is needed in order to achieve an adequate level of reliability in the data. Nevertheless, the method opens new possibilities for transport related scrutinies.

Keywords passenger travel study, travel study, traffic survey, travel survey, transportation planning, transportation system planning, mobile device, smart phone, information gathering, crowdsourcing, public participation

Alkusanat

Tämä diplomityö on tehty Aalto-yliopistossa Insinööritieteiden korkeakoulussa Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitoksella. Työn valvojana on toiminut Aalto-yliopiston Insinööritieteiden korkeakoulun professori Tapio Luttinen ja ohjaajana tekniikan tohtori Iisakki Kosonen.

Monet ihmiset ovat vaikuttaneet diplomityöni onnistumiseen ja työtä varten toteutetun materiaalin luomiseen. Haluan osoittaa kiitokset työni valvojalle Tapio Luttiselle ja ohjaajalle Iisakki Kososelle rakentavasta palautteesta ja aidosta huomion osoittamisesta työtäni kohtaan. Haluan kiittää myös Antero Alkua aktiivisesta ja arvokkaasta testikäytöstä sekä kehitysehdotuksista sähköisen matkapäiväkirjan kehitystyön aikana. Kiitän myös Kimmo Karhua lukuvinkeistä, tietoteknisistä näkökulmista ja kannustavista kommenteista sekä Kristoffer Snabbia neuvoista tiedon tallentamisen suhteen.

Kiitän myös ystäviäni Aalto-yliopistossa ja muualla tuesta sekä kiinnostavista keskusteluista koko opintojeni ajalta, vanhempiani ja sisaruksiani kaikesta heiltä saamastani sekä vaimoani elämänkoulun pitämisestä opiskeluvuosieni kiireiden keskellä.

Hannes Keskikiikonen

Espoossa 24.4.2014

*Omistettu vaimolleni Annalle
sekä yhteiselle perheellemme.*

Sisällysluettelo

Alkusanat.....	4
Käsitteet ja lyhenteet.....	8
1 Johdanto.....	14
1.1 Taustatietoa tutkimuksen aiheesta.....	14
1.2 Tutkimuksen tavoite, rajausta ja rakenne.....	15
2 Liikkumistutkimukset ja joukkoistaminen.....	17
2.1 Liikkumistutkimukset ja liikennemallit liikennejärjestelmäsunnittelussa.....	17
2.2 Liikennetutkimusten tiedonkeruumenetelmät.....	19
2.3 Matkaketjuajattelu ja aktiviteettimallit.....	20
2.4 Joukkoistaminen.....	22
2.5 Älypuhelimien hyödyntäminen liikkumisen tutkimisessa maailmassa.....	26
3 Materiaali ja menetelmät.....	28
3.1 Sähköisen matkapäiväkirjan lähtökohdat.....	28
3.2 Käyttökokeilun menetelmä.....	28
4 Sähköisen matkapäiväkirjan järjestelmän kuvaus.....	31
4.1 Järjestelmän yleiskuvaus.....	31
4.2 Käytetyt teknologiat.....	32
4.2.1 Mobiilisovelluksen käyttöjärjestelmä.....	32
4.2.2 Paikannus.....	33
4.2.3 Kulkumuodontunnistus.....	34
4.2.4 Julkisen liikenteen tunnistus.....	35
4.2.5 Kartta- ja paikkatietotoiminnot.....	36
4.2.6 Tiedonsiirtoformaatti.....	36
4.2.7 Tiedon tallentaminen.....	36
4.3 Arkkitehtuuri.....	37
4.3.1 Järjestelmän kokonaisarkkitehtuuri.....	37
4.3.2 Mobiilisovelluksen arkkitehtuuri.....	38
4.3.3 Tietokannan arkkitehtuuri.....	39
4.3.4 Selailusovelluksen arkkitehtuuri.....	40
4.4 Tietomallit.....	41
4.4.1 Ajonaikainen matkatietomalli.....	41
4.4.2 Pysyvä matkatietomalli.....	43
4.4.3 Käyttäjätietomalli.....	44
4.5 Järjestelmän toiminta.....	45
4.5.1 Toiminta matkan tallentamisen aikana.....	45
4.5.2 Kulkumuodontunnistus.....	46
4.5.3 Julkisen liikenteen tunnistus.....	48
4.5.4 Selailusovelluksen toiminta.....	49
5 Käyttökokeilu.....	52
5.1 Yleistietoa käyttökokeilusta.....	52
5.2 Käyttökokeilun tulokset.....	52
5.2.1 Sijaintivirheiden etsintä.....	52
5.2.2 Kulkumuodontunnistuksen ja julkisen liikenteen tunnistuksen tarkkuus.....	55
5.2.3 Palaute.....	56
5.3 Käyttökokeilun yhteenveto.....	58

6 Yhteenveto ja päätelmät.....	59
6.1 Yhteenveto.....	59
6.2 Päätelmät.....	60
6.3 Jatkotutkimus ja -kehitys.....	63
Lähdeluettelo.....	66
Liitteet.....	73
Liite 1: LITU 2008 -tutkimuksessa käytetty matkapäiväkirjalomake ohjeineen.....	73
Liite 2: Käyttökokeilun osallistujille lähetetty aloituskirje.....	75
Liite 3: Käyttökokeilun palautteen keruusta kertova kirje.....	78
Liite 4: Käyttökokeilun osallistujan ohje.....	80
Liite 5: Kaikki käyttökokeilussa kerätyn palautteen sanallisten kysymysten vastaukset.....	87
Liite 6: Selailusovelluksen raportti käyttökokeilun ajalta.....	88

Käsitteet ja lyhenteet

Aktiviteetti	Tässä työssä aktiviteetilla tarkoitetaan yksittäistä toimintaa, johon henkilö osallistuu tietyssä aikana tietyssä paikassa.
Dumppitiedosto	Tämän työn asiayhteydessä dumppitiedostolla tarkoitetaan pakattua XML-muotoista tiedostoa, joka sisältää HSL:n julkisen liikenteen linjojen, reittien ja aikataulujen tiedot standardin Kalkati.net-tietoskeeman mukaisessa muodossa (HSL 2014c).
HA	Henkilöauto
Henkilöliikennetutkimus	Suomessa henkilöliikennetutkimuksella tarkoitetaan kysely- tai haastattelututkimusta, jonka tavoitteena on saada yleiskuva tietyn alueen asukkaiden liikkumisesta sekä kerätä tietoja muun muassa liikenteen kysyntämallien laatimista varten. Henkilöliikennetutkimuksessa vastaajilta kysytään tietoja matkoista, jotka nämä ovat tehneet yhtenä tai useampana satunnaisesti valittuna tutkimuspäivänä. (Kurri & Karasmaa & Luttinen & Ojala 2005.)
HLJ	Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelma, joka tehdään Helsingin seudun yhteistyönä ja täten ilmentää seudun yhteistä tahtotilaa liikennepolitiikassa ja liikennejärjestelmän kehittämisessä. Suunnitelmasa määrittää seudun liikennejärjestelmän kehittämistarpeet, tavoitteet ja kehittämisstrategia sekä muodostetaan, arvioidaan ja priorisoidaan tärkeimmät kehittämistoimenpiteet. (HSL 2012.)
HRI	Helsinki Region Infoshare -palvelu on Helsingin, Espoon, Vantaan ja Kauniaisten kaupunkien yhteinen

	avoimen datan palvelu. Palvelusta löytyy pääkaupunkiseudun kaupunkeja ja koko pääkaupunkiseutua koskevaa tietoa, jota kuka tahansa voi hyödyntää vapaasti ja maksutta. (HRI 2014a.)
HSL	Helsingin seudun liikenne on kuntayhtymä, joka vastaa joukkoliikenteen suunnittelusta ja järjestämisestä sekä liikennejärjestelmäsuunnitelman laatimisesta. HSL on Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o: 1370/2007 ja joukkoliikennelain (869/2009) mukainen toimivaltainen viranomainen. (HSL 2014a.)
Joukkoistaminen	Joukkoistaminen (engl. crowdsourcing) on jonkin organisaatiossa aikaisemmin itse suoritettujen tehtävien ulkoistamista suurelle yleisölle avoimella kutsulla. (Howe 2006a.)
Kehikkovirhe	Liikennetutkimuksessa syntyy kehikkovirhettä, jos kehikkoperusjoukko ei kata perusjoukkoa kokonaan tai kattaa perusjoukkoa suuremman joukon. (Kurri & Karasmaa & Luttinen & Ojala 2005.)
Kehityspakki	Kehityspakki (engl. software development kit, SDK) on joukko apuohjelmia ja esimerkkejä tiettyyn käsittely-ympäristöön kuuluvien sovellusten kehittämistä varten. (Kielikone Oy 2014.)
Kokonaiskato	Kokonaiskato, eli yksikkökato on henkilöliikennetutkimuksissa esiintyvän katovirheen tyyppi, jota syntyy kun osa tutkimuksen otokseen valituista jättää osallistumatta tutkimukseen. (Kurri & Karasmaa & Luttinen & Ojala 2005.)
Koukkausvirhe	Koukkausvirhe on matkan reittitiedoissa esiintyvä sijaintivirhe, jossa reittipisteitä ollaan tunnistettu liikaa

	jossain reitin osassa ja niissä on ollut häiriöistä johtuvaa hajontaa. Koukkausvirheiden seurauksena matkan pituus tunnistetaan pidemmäksi kuin mitä se todellisuudessa oli.
Kulkumuoto	Kulkumuoto eli kulkutapa tarkoittaa matkan suoritustapaa tai kulkuvälinettä. (Liikennevirasto 2013.)
Kulkumuototieto	Tässä työssä kulkumuototiedolla tarkoitetaan sähköisessä matkapäiväkirjassa tallennettavia tietoja osallistujan kulkumuodosta tietyn osamatkan aikana. Kulkumuototietoon kuuluu tieto kulkumuodosta, jolla osamatra matkustettiin sekä tieto julkisen liikenteen linjatunnuksesta, mikäli osamatra matkustettiin julkisella liikenteellä.
Liikennejärjestelmä	Liikennejärjestelmä koostuu liikenneinfrastruktuurista, matkustajista ja kuljetettavista tavaroista sekä liikennevälineistä. (Parantainen 2005.)
Liikennejärjestelmäsuunnittelu	Liikennejärjestelmäsuunnittelulla tarkoitetaan tässä työssä liikenteen strategista suunnittelua. Se on kokonaisvaltaista liikenteen suunnittelua, joka kattaa kaikki liikennesektorin vastuutahot ja suunnittelutarpeet (Tanttu 2005).
Liikennemalli	Liikennemalli on yksinkertaistettu kuvaus liikennejärjestelmästä tai jostain sen osasta ja siinä tapahtuvasta liikenteestä. Liikennemalleja käytetään liikennejärjestelmän suunnittelun tukena.
Liikkumistutkimus	Liikkumistutkimus on liikennetutkimus, jossa tutkitaan yksittäisten henkilöiden tutkimusaikana tekemiä matkoja.
Matka	Tässä työssä matkalla tarkoitetaan henkilön siirtymis-

	<p>tä yhden kerran yhteen suuntaan kahden sellaisen paikan välillä, joissa henkilö osallistuu johonkin aktiiviteettiin. Pihapiirin sisällä tapahtuvat siirtymiset eivät ole matkoja.</p>
Matkaketju	<p>Tässä työssä matkaketjulla tarkoitetaan vähintään kahden peräkkäisen matkan sarjaa, joka alkaa jostain henkilön kodista ja päättyy johonkin henkilön kodeista.</p>
Matkapuhelindata	<p>Tässä työssä matkapuhelindatalla tarkoitetaan teleoperaattorien keräämää tietoa matkapuhelinten luomista verkkoyhteyksistä. Matkapuhelindata koostuu yksittäisistä aikaan sidotuista sijaintitiedoista, jotka on selvitetty verkkoyhteyksien signaalien voimakkuustietojen avulla.</p>
Matkapäiväkirjatutkimus	<p>Matkapäiväkirjatutkimus on liikkumistutkimus, jossa kerätään tietoa yksittäisten ihmisten tutkimusaikana tekemistä matkoista matkapäiväkirjan avulla. Matkapäiväkirjaan kerätään tietoja muun muassa matkojen alkamis- ja päättymisajoista, pituuksista, kestoista ajassa, kulkumuodoista ja tarkoituksista.</p>
Mittausvirhe	<p>Mittausvirhettä muodostuu henkilöliikennetutkimuksissa, kun vastaaja ilmoittaa vastauksessaan eri tiedon kuin sen, mitä tutkimuksessa haluttiin selvittää. (Kurri & Karasmaa & Luttinen & Ojala 2005.)</p>
Mobiililaite	<p>Tietotekninen laite, kuten älypuhelin tai tablet-tietokone, jota laitteen käyttäjä kuljettaa mukanaan.</p>
Mobiilisovellus	<p>Mobiililaitteessa suoritettava, tiettyä tehtävää varten luotu tietojärjestelmä.</p>
Neliporrasmalli	<p>Neliporrasmalli on klassinen liikennemalli, jossa liikennettä mallinnetaan neljässä vaiheessa.</p>

Ohjelmointikirjasto	Ohjelmointikirjasto on dokumentoinnin sisältävä koelma ohjelmakoodia, jota voidaan hyödyntää osana muita ohjelmia.
Ohjelmointirajapinta	Ohjelmointirajapinta (engl. application programming interface, API) on sovelluksen ja sovellusalustan yhdistävä ohjelma tai käytäntö.
Oikaisuvirhe	Oikaisuvirhe on matkan reittitiedoissa esiintyvä sijain- tinvirhe, jossa reittipisteitä ei olla tunnistettu reitin jo- kaisessa kohdassa ja matkan reitti on ns. oikaissut tun- nistamatta jääneiden reittipisteiden ohi. Oikaisuvirhei- den seurauksena matkan pituus tunnustetaan lyhyem- mäksi kuin mitä se todellisuudessa oli.
Osamatka	Osamatka on matkan osa, joka on matkustettu tietyllä kulkumuodolla ja liikennevälineellä.
Osittaiskato	Osittaiskato, eli eräkato on henkilöliikennetutkimuk- sissa esiintyvän katovirheen tyyppi, jota syntyy kun vastaaja jättää vastaamatta joihinkin kysymyksiin. (Kurri & Karasmaa & Luttinen & Ojala 2005.)
Otantavirhe	Henkilöliikennetutkimuksessa ilmenevä otantavirhe johtuu otosyksiköiden satunnaisesta päättämisestä tut- kimuksen otokseen ja se on täten satunnaisvirhe. (Kurri & Karasmaa 1999)
Reittipiste	Reittipiste on sijainti, jonka kautta matka on kulkenut. Samaan matkaan kuuluvat järjestetyt reittipisteet muo- dostavat näin ollen matkan reitin.
Sovellusalusta	Tietyn sovellusalueen tarpeisiin tehty alusta, eli eri- koistunut ympäristö, esimerkiksi laitteisto tai ohjel- misto, joka tarjoaa välineitä ja palveluja siihen tukeu- tuvalle järjestelmälle, esimerkiksi ohjelmalle tai tietö-

kannalle. (Kielikone Oy 2014.)

Katovirhe	Henkilöliikennetutkimuksissa esiintyvä katovirhe on vastauskadon seurauksena syntyvä virhe. Katovirhe jaetaan kokonaiskatoon ja osittaiskatoon. (Kurri & Karasmaa & Luttinen & Ojala 2005.)
Vastauskato	Henkilöliikennetutkimuksissa syntyy vastauskatoa, kun osa tutkimuksen otokseen valituista jättää osallistumatta tutkimukseen tai vastaa vain osaan tutkimuskysymyksistä. (Kurri & Karasmaa & Luttinen & Ojala 2005.)
Vastausrasitus	Vastausrasitus (engl. respondent burden) tarkoittaa esimerkiksi liikkumistutkimukseen osallistumiseen liittyvää vaivaa ja räsitusta. Siihen kuuluvia tekijöitä ovat mm. ajanhetken sopivuus, tutkimuksen tärkeys ja osallistumisen helppous. (Kurri & Karasmaa 1999.)
Web-kartta	Web-kartta on karttapohjainen web-sovellus.

1 Johdanto

1.1 Taustatietoa tutkimuksen aiheesta

Liikennejärjestelmän ja koko yhdyskuntarakenteen merkitys julkisessa taloudessa on merkittävä. Asukkaille yhdyskuntarakenteilla ja infrastruktuurilla on suuri välillinen merkitys, sillä he maksavat verotuksen ja palvelujen käytöstä perittävien maksujen kautta pääosan myös kaikista liikennejärjestelmän kustannuksista. Infrastruktuuri vaikuttaa suuresti myös yritysten toimintaedellytyksiin. (Parantainen 2005.) Infrastruktuurin kehityksen ja taloudellisen kehityksen on havaittu muistuttavan toisiaan kaikkialla (Hjerpe & Honkatukia 2005). Lisäksi liikenteen eri muodot kuormittavat ympäristöä kaikissa elinkaarensa vaiheissa muun muassa aiheuttamalla kasvihuoneilmiötä voimistavia, ilmanlaatua heikentäviä ja terveydelle haitallisia päästöjä, melua, tärinää sekä katupölyä (Jääskeläinen 2005).

Tulevan liikenteen ennustaminen perustuu liikennetutkimusten tuottamiin tietoihin. Tätä tietoa voidaan hyödyntää liikennejärjestelmäsuunnittelun ja päätöksenteon tukena laatimalla liikenteen kysyntämalleja. (Kurri & Karasmaa & Luttinen & Ojala 2005) Liikennetutkimuksia, joissa tutkitaan kaikkia yksittäisten henkilöiden tekemiä matkoja, kutsutaan tässä työssä liikkumistutkimuksiksi. Käsitteellä halutaan painottaa sekä toistuvien, että muiden kuin toistuvien matkojen tutkimista. Helsingin Seudun Liikenne -kuntayhtymän, eli HSL:n tekemät liikkumistottumustutkimukset (LITU) ovat siis tässä työssä tarkoitettuja liikkumistutkimuksia, sillä niissä tutkitaan kaikkia tutkittavien ihmisten tekemiä matkoja.

Liikkumistutkimuksissa kerätään tietoja tutkimukseen vastanneiden henkilöiden tutkimuspäivänä tekemistä matkoista sekä taustatietoja vastaajista. Aluksi liikkumistutkimuksia on tehty käyttäen tiedonkeruumenetelmänä postikyselyä. Myöhemmin tiedonkeruumenetelminä on käytetty pääosin puhelinhaastattelua ja henkilökohtaista haastattelua. Suomessa postikyselyllä täydennetty puhelinhaastattelu on vakiintunut perinteiseksi menetelmäksi. Ainakin vuosina 2009 ja 2010 on Suomessa käytetty liikennetutkimuksen menetelmänä myös internet-kyselyä. (Tiikkaja, 2011.)

Matkapäiväkirjatutkimuksilla kerätty tieto on verrattain yksityiskohtaista, mutta tietoja mm. tehtyjen matkojen reiteistä, nopeuksista reitin varrella sekä koetuista liikenteen häi-

riöistä ei pystytä keräämään. Lisäksi matkapäiväkirjatutkimusten toteuttaminen perinteisillä tiedonkeruumenetelmillä on kallista ja vaatii paljon aikaa aiheuttaen sen, että tutkimuksia ei voida toistaa usein ja kerätty tieto ei ole koskaan täysin ajantasaista. Näistä syistä uusille liikkumistutkimusten menetelmille on tarvetta.

Uutta liikkumistutkimuksen menetelmää voitaisiin kehittää älypuhelimia ja joukkoistamisen periaatetta hyödyntäen. Joukkoistaminen (engl. crowdsourcing) tarkoittaa jonkin organisaatiossa aikaisemmin itse suoritettua tehtävän ulkoistamista suurelle yleisölle avoimella kutsulla. Joukkoistamalla voidaan näin ollen toteuttaa tehokkaasti suuria tehtäväkokonaisuuksia, jotka koostuvat pienistä ja yksinkertaisista, mutta kuitenkin inhimillistä harkintaa vaativista tehtävistä. (Howe 2006a.)

Tämän työn kirjoittamisen aikaan Helsingin seudulla suunniteltiin käytettäväksi ensimmäistä kertaa älypuhelinavusteista henkilöliikennetutkimusta syksyllä 2014 (HSL 2014e). Älypuhelimien hyödyntäminen liikkumistutkimuksien tekemisessä on siis tiedostettu hyvin hiljattain ja siihen liittyvien mahdollisuuksien tutkiminen on nyt tullut ajankohtaiseksi.

1.2 Tutkimuksen tavoite, rajausta ja rakenne

Tässä työssä selvitetään joukkoistamisen periaatteiden soveltuvuutta liikkumistutkimuksissa käytettäväksi esittelemällä sähköinen matkapäiväkirja, joka on uusi menetelmä liikkumistutkimusten tiedonkeruuseen. Työssä vastataan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Minkälaista dataa liikkumistutkimuksissa tarvitaan?
- Minkälaisia ominaisuuksia sähköisellä matkapäiväkirjalla tulisi olla?
- Mitkä ovat sähköisen matkapäiväkirjan tarjoamat hyödyt ja haitat verrattuna perinteisiin liikkumistutkimusten tiedonkeruumenetelmiin?

Perusteita tutkimuskysymyksiin vastaamiseen etsittiin liikennejärjestelmäsuunnittelua, liikkumistutkimuksia ja joukkoistamista käsittelevästä kirjallisuudesta. Lisäksi tätä työtä varten on toteutettu sähköisen matkapäiväkirjan järjestelmä, johon kuuluu mobiilisovellus, tietokanta sekä karttapohjainen web-sovellus. Tätä järjestelmää kokeillaan tekemäl-

lä sillä kokeiluluontoinen liikkumistutkimus, eli käyttökokeilu. Tutkimuskysymyksiin vastataan arvioimalla aiheeseen liittyvää kirjallisuutta, sähköisen matkapäiväkirjan toteutuksen onnistumista sekä käyttökokeilusta saatua dataa ja palautetta.

Tässä työssä käsiteltäviä osa-alueita ovat liikennejärjestelmäsuunnittelu, liikkumistutkimukset, joukkoistaminen, sähköisen matkapäiväkirjan järjestelmän kuvaus sekä käyttökokeilu. Aluksi käsitellään aiheeseen liittyvää keskeistä teoriaa. Seuraavaksi kuvataan tätä työtä varten toteutettu sähköisen matkapäiväkirjan järjestelmä ja sillä suoritettu käyttökokeilu. Lopuksi esitetään työn tuloksista tehdyt päätelmät ja vastataan tutkimuskysymyksiin.

2 Liikkumistutkimukset ja joukkoistaminen

2.1 Liikkumistutkimukset ja liikennemallit liikennejärjestelmäsuunnittelussa

Liikennejärjestelmäsuunnittelu on kokonaisvaltaista liikenteen suunnittelua, joka kattaa kaikki liikennesektorin vastuutahot ja suunnittelutarpeet. Suomessa on ohjeistettu, että seudullisen liikenteen strategisen suunnittelun tulee kytkeytyä kuntien kaavoitusprosessiin ja tavallisesti se tapahtuukin yleiskaavatason suunnittelussa. Kaavoitus ja liikennejärjestelmäsuunnittelu tulisi suorittaa rinnakkaisina ja vuorovaikutteisina prosesseina siten, että niiden lähtökohdat, tavoitteet ja vaikutusten arvioinnin vaiheet kohtaavat. (Tanttu 2005.)

Liikennetutkimuksien tuottamaa tietoa tarvitaan liikennejärjestelmäsuunnittelun ja päätöksenteon tueksi. Tulevan liikenteen ennustaminen perustuu liikennetutkimusten tuottamiin tietoihin. Liikennetutkimukset voidaan jakaa liikennelaskentoihin, pysäköintitutkimuksiin, määräpaikkatutkimuksiin sekä henkilöliikennetutkimuksiin. Tässä työssä käsitellään henkilöliikennetutkimuksia. Ne ovat liikkumistutkimuksia, joissa tutkitaan tehtyjä matkoja ja niihin vaikuttavia tekijöitä. Niiden tavoitteena on muodostaa yleiskuva tietyn alueen asukkaiden liikkumisesta ja kerätä tietoa liikenteenkysyntämallien laatimista varten. (Kurri & Karasmaa & Luttinen & Ojala 2005.)

Mallit ovat yksinkertaistettuja kuvauksia jostakin todellisen maailman osasta. Ne keskittyvät yleensä muutamiin asiayhteytensä kannalta merkittäviin tekijöihin ja mallin käytökelpoisuus riippuukin asiayhteydestä, jossa sitä käytetään. Liikennemalleja on kehitetty 1970-luvun puolivälistä lähtien ja nykyään niiden rooli liikennesuunnittelun tukemisessa on saavuttanut tunnustusta. Liikennemallien käytön on väitetty olevan välttämättöntä, mutta todellisuudessa se on vain yksi osa liikennejärjestelmän suunnittelua. Liikennemallien käyttö voidaan yhdistää erilaisilla tavoilla päätöksentekoon riippuen paikallisesta kokemuksesta, käytännöistä ja saatavilla olevasta ammattitaidosta. (Ortuzar & Willumsen 2011.)

Liikenneinfrastruktuurin muutokset aiheuttavat muutoksia henkilö- ja tavaraliikenteen virtoihin. Näiden muutosten vaikutukset voivat näkyä liikennemäärien, kuljetusvolyymien, reittien valintojen sekä maan ja tonttien hintojen muutoksina. (Hjerppe & Honka-

tukia 2005.) Suomessa valtion talousarviossa nimettyjen liikenneväyläinvestointien yhteiskuntataloudellisissa kannattavuusarvioinneissa on noudatettava Liikenneviraston Liikenneväylien hankearvioinnin yleisohjetta (Liikennevirasto 2011).

Suomessa laajoja seudullisia liikennemalleja on laadittu ainakin Helsingin seudulla, Tampereella, Jyväskylässä, Lahdessa ja Kuopiossa. Seudullisilla liikennemalleilla tarkoitetaan malleja, jotka kuvaavat liikennettä usean vierekkäisen kunnan alueella. Pienempien kaupunkiseutujen, eli Jyväskylän, Lahden ja Kuopion mallien periaatteena on tarkastella maankäytön ja liikennejärjestelmän muutosten vaikutuksia liikenteeseen.

Helsingin seudulla on laadittu tarvittavat liikenteen kysyntämallit vuosien 1966, 1976, 1988 ja 2000 suurten liikennetutkimusten yhteydessä. Työssäkäyntialueen laajennuttua myös malleissa tarkasteltavaa aluetta on jouduttu laajentamaan. Helsingin seudun malleja uusittiin siten, että vuoden 2011 Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelma (HLJ) kattoi ensimmäistä kertaa koko Helsingin seudun, sisältäen Uudenmaan maakunnan ja Riihimäen seutukunnan alueet. (HSL 2011.)

Tampereen seudulla on laadittu liikennemallit ainakin vuosina 2000 ja 2005. Ensimmäinen näistä oli neliporrasmalli, jota kutsuttiin nimellä TALLI 2000. Se käsitti Tampereen, Kangasalan, Lempäälän, Nokian, Pirkkalan ja Ylöjärven alueet ja sillä pyrittiin ennustamaan vuoden 2002 matkatuotoksia, matkojen suuntautumista ja kulkumuodon valintaa. Malliin lisättiin uusia osia ja osamalleja 2001-2002 samalla kun sen lähtötiedot päivitettiin. Myöhemmin, vuonna 2005 malli päivitettiin TALLI 2005 -malliksi, jolloin sen aluetta laajennettiin Vesilahden kunnan ja Kangasalan kuntaliitoksen myötä entisen Sahalahden kunnan alueilla. Myös uusi lähtötietoaineisto kerättiin tutkimalla matkustuskäyttäytymistä ja liikennetarvetta laajalla puhelinhaastattelulla, täydentämällä vuoden 1997 määräpaikkatutkimusta tienvarsihaastatteluilla ja päivittämällä maankäytön ja liikennejärjestelmän tiedot. (Hintikka 2006)

Jyväskylän seudun liikennemalli laadittiin vuosina 2009 ja 2010 osana Jyväskylän liikennejärjestelmäsuunnitelmaa. Malli korvasi edellisen, vuonna 2003 päivitetyn mallin. Samalla mallin kattamien kuntien määrä kasvoi neljästä kunnasta seitsemään. Lahden seudulla on laadittu ainakin vuonna 1996 liikennemalli, joka korvattiin vuonna 2011 uudella. Lahden seudun mallin tarkoitus oli palvella yleiskaavatasoisia tarkasteluja ja se kattoi Lahden, Asikkalan, Hollolan, Nastolan ja Orimattilan alueet. Lahden ja Jyväsky-

län malleille yhteistä on se, että ne kuvaavat maankäytön ja liikennejärjestelmän muutosten vaikutuksia henkilöautoliikenteen liikennesuoritteisiin ja liikennekuormitukseen seudun pääväylillä. Lisäksi molempien pääpaino on henkilöautoliikenteen kuvaamisessa. (Jyväskylän kaupunki & Laukaan kunta & Muuramen kunta & Keski-Suomen ELY-keskus & Keski-Suomen liitto 2010, Niinikoski & Haapamäki & Berg 2011.)

Kuopion alueen liikennemalli laadittiin vuonna 2012 liikenteen ja maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Malli on neliporrasmalli, joka sisältää kulkumuotoina henkilöauton, jalkakulun, pyöräilyn ja joukkoliikenteen. Lahden ja Jyväskylän malleista poiketen Kuopion mallin avulla voidaan ennustaa maankäytön ja liikennejärjestelmän muutoksien vaikutuksia matkojen määrään, kulkutapajakaumaan, matkojen pituuteen ja liikennesuoritteisiin. (Kalenoja & Keränen 2012.)

2.2 Liikennetutkimusten tiedonkeruumenetelmät

Jokaisessa henkilöliikennetutkimuksessa on tehtävä päätös tiedonkeruumenetelmän valinnasta. Tiedonkeruumenetelmällä tarkoitetaan menetelmiä ja tekniikoita, joita käytetään aineiston hankintaan ja tiedon keräämiseen. Näitä menetelmiä voivat olla esimerkiksi henkilökohtainen haastattelu, puhelinhaastattelu tai postikysely. Itse tiedonkeruumenetelmä voi olla yksittäismenetelmä tai monimenetelmä. Yksittäismenetelmässä käytetään tiedon keräämiseen vain yhtä menetelmää, kun taas monimenetelmässä useita menetelmiä käytetään yhdessä. Tyypillisesti liikennetutkimuksessa käytetään porrastettua monimenetelmää keräämällä aluksi matkapäiväkirja-aineistoa puhelinhaastatteluilla ja täydentämällä sitä lopuksi postikyselyllä. (Tiikkaja, 2011.)

Puhelinhaastattelun käytöllä on monia hyviä puolia internet- ja postikyselyyn verrattuna. Tiikkaja esittääkin tutkimusraportissaan (2011) puhelinhaastattelun säilyttämistä pääasiallisena tiedonkeruumenetelmänä useista syistä. Internet-kysely ei sovellu pääasialliseksi tiedonkeruumenetelmäksi, koska kaikilla otokseen valittavilla ei ole mahdollisuutta, osaamista tai halua internetissä vastaamiseen. Postikysely puolestaan vaatii paljon resursseja tietojen siirtämiseksi sähköiseen muotoon. Lisäksi postikyselyaineisto vaatii tyypillisesti paljon täydentämistä, mikä heikentää saatujen tietojen luotettavuutta. Puhelinhaastattelussa voidaan saavuttaa postikyselyä parempi luotettavuus esittämällä tarkentavia kysymyksiä.

Perinteisiä tiedonkeruumenetelmiä käytettäessä kustannuksia aiheuttavat otokseen valittujen henkilöiden puhelinnumeroiden selvittäminen, ammattitaitoisen haastattelutyön hankkiminen ja vastausten jälkikäsitteleminen. Otosta muodostettaessa henkilöiden ajantasaisia puhelinnumeroita ei saada väestötietojärjestelmästä, joten ne on hankittava muualta. Haastattelutyö on suuri kokonaisuus, johon tarvitaan ammattitaitoista henkilöstöä ja tasokas haastattelujärjestelmä. Osittaiskadon vuoksi epätäydellisiä tietoja täytyy täydentää osin arvaamalla ja epäselviä merkintöjä tulkitsemalla. Puhtaan postikyselyn kustannukset ovat huomattavasti pienemmät, mutta niissä vastausprosentti jää myös pieneksi. (Kurri & Karasmaa & Luttinen & Ojala 2005.)

Huolimatta henkilöliikennetutkimusten toteuttamisen työläydestä niiden tuloksiin päätyy usein mittausvirheitä. Mittausvirhettä muodostuu henkilöliikennetutkimuksissa, kun vastaaja ilmoittaa vastauksessaan eri tiedon kuin sen, mitä tutkimuksessa haluttiin selvittää. Mittausvirhettä voivat aiheuttaa matkan käsitteen väärin ymmärtäminen ja aikojen arvioiminen. Perinteisillä tiedonkeruumenetelmillä ongelmana voivat olla myös haastattelutilanteessa tapahtuneet väärinkäsitykset ja epäselvät vastausmerkinnät lomakkeissa. (Kurri & Karasmaa & Luttinen & Ojala 2005.) Toinen merkittävä virhetyyppi on katovirhe, joka johtuu tutkimuksen vastauskadosta. Vastauskatoa taas aiheuttaa vastausrasitus (engl. respondent burden), jolla tarkoitetaan tutkimukseen osallistumiseen liittyvää vaivaa ja rasitusta. Siihen kuuluvia tekijöitä ovat mm. ajanhetken sopivuus, tutkimuksen tärkeys ja osallistumisen helppous. (Kurri & Karasmaa 1999.) Myös Calabrese et al. (2013) viittaavat näihin perinteisten tiedonkeruumenetelmien ongelmiin.

2.3 Matkaketjuajattelu ja aktiviteettimallit

Matkaketjuajattelu on liikennejärjestelmäsuunnittelun uusi näkökulma, joka korostaa liikennejärjestelmän käyttäjien tarpeita. Aihetta on vasta hiljattain nostettu esiin poliittisissa asiakirjoissa ja siitä on verrattain vähän tutkimusta. Matkojen ketjuttaminen on kuitenkin yleistymässä ihmisten elämäntavan muutoksien, liikennejärjestelmän rakenteellisen kehittymisen (mm. raidepainotteisuuden vahvistumisen) ja yhdyskuntien hajaantumisen seurauksena. (Rundell 2013)

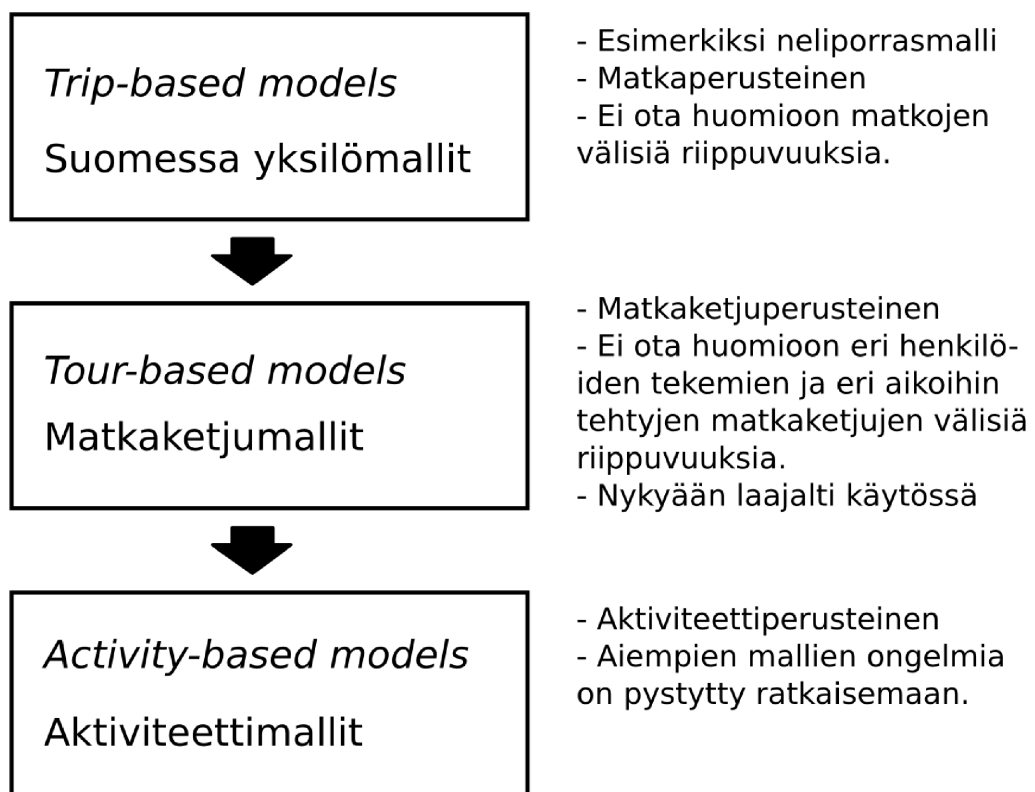
Koska matkaketjulle ei ole yhdenmukaista määritelmää, on tarpeen määritellä käsite matkaketju tätä työtä varten. Tässä työssä matkaketjulla tarkoitetaan vähintään kahden peräkkäisen matkan sarjaa, joka alkaa jostain henkilön kodista ja päättyy johonkin hen-

kilön kodeista. Pääte pisteet voivat näin olla myös kaksi eri paikoissa sijaitsevaa kotia, ts. määritelmän mukaan kullakin henkilöllä voi olla yksi tai useampia koteja. Muut matkaketjuun kuuluvien matkojen pääte pisteet ovat aktiviteetteja eli toimintoja, joihin matkan tehnyt henkilö on osallistunut. Tämä matkaketjun määritelmä pohjautuu tanskalaiseen ja norjalaiseen määritelmään (Rundell 2013, TØI 2012). Tanskalaisen määritelmän käyttäminen pohjana on perusteltua osittain siksi, että Tanskassa on jo sovellettu matkaketjuajattelua COMPAS-aktiviteettimallin kehitystyössä (Rundell 2013).

Eräs Suomessa havaittu uusi ilmiö on monipaikkaisuus. Monipaikkaisuudella tarkoitetaan sitä, että ihmiset suorittavat arjen toimintojaan aiempaa useammassa paikoissa. Esimerkkejä monipaikkaisuuden ilmentymisestä ovat vapaa-ajan asuminen ja toisen asunnon hankkiminen kaupungista työntekeä varten. (Haukkala 2011.) Tässä työssä käytetty matkaketjun määritelmä mahdollistaa myös monipaikkaisesti asuvien ihmisten liikkumisen kattavan ja asianmukaisen kuvaamisen.

Suomessa matkaketjuajattelua ollaan ottamassa käyttöön palvelutason määrittämisessä liikennejärjestelmässä. Liikenneviraston selvityksen (Iikkanen & Räsänen & Touru 2012) mukaan puutteita matkojen palvelutasossa voidaan tunnistaa paremmin, kun suunnittelun lähestymistapa perustuu matkaketjujen tarkasteluihin. Uudessa toimintamallissa matkaketjujen tarkasteluilla pyritään parantamaan Liikenneviraston mahdollisuuksia kantaa kokonaisvastuuta matkojen palvelutasossa.

Aktiviteettimallit ovat nykyhetken kehittyneimpiä liikennemalleja. Niiden kehitys on ollut seurausta yksilömallien ja nk. matkaketjumallien (engl. tour-based models) kehittämisestä viimeisen 25 vuoden aikana. (Bowman & Ben-Akiva 2000.) Tätä kehitystä on havainnollistettu kuvassa 1. Aktiviteettimallien taustalla on kaksi tärkeää ajatusta. Toinen niistä on se, että matkustamisen kysyntä voidaan johtaa aktiviteettien kysynnästä (Jones 1979). Toinen taas on se, että toimiessaan eri paikoissa eri ajanhetkillä ihmiset kohtaavat ajallisia ja avaruudellisia rajoitteita kokemalla liikkumisesta aiheutuvan yleistetyn matkakustannuksen (Hägerstrand, 1970). Kaiken kaikkiaan aktiviteettimallit siis ottavat huomioon sen, että matkustaminen itsessään ei ole ihmisten toiminnan tarkoitus, vaan matkat tehdään pikemminkin jonkin muun toiminnon saavuttamiseksi ja koetaan kustannuksena.



Kuva 1: Aktiviteettimallien kehitys.

Perinteisten mallien käyttämässä matkapäiväkirjadatasta on tyypillisesti lähes kaikki aktiviteettimalleissa tarvittavat muuttujat (Ortuzar & Willumsen 2011). Esimerkiksi torontolainen TASHA-aktiviteettimalli perustuu yhden vuorokauden matkapäiväkirjadataan 5 % otoksella väestöstä (Roorda & Carrasco & Miller 2009) ja alankomaalainen ALBATROSS-aktiviteettimalli kahden vuorokauden matkapäiväkirjadataan, jota varten kerättiin tiedot 2198 kotitalouden aktiviteeteista (Arentze & Timmermans 2004).

Joissakin tapauksissa perinteisen matkapäiväkirjadatan lisäksi on käytetty myös tietoja henkilöiden päivittäisten aktiviteettien prioriteeteista, kuten Bowmanin ja Ben-Akivan artikkelissa (2000) kuvatussa aktiviteettimallin prototyypissä. Siinä käytetyn Bostonissa 1991 tehdyn matkapäiväkirjatutkimuksen data ei sisältänyt vastaajien ilmoittamia prioriteetteja, joten ne jouduttiin täydentämään arvioimalla heuristisesti.

2.4 Joukkoistaminen

Jeff Howe on määritellyt blogissaan (2006a) joukkoistamisen (engl. crowdsourcing) tarkoittavan jonkin organisaatioissa aikaisemmin itse suoritettua tehtävän ulkoistamista suu-

relle yleisölle avoimella kutsulla. Joukkoistamalla voidaan toteuttaa tehokkaasti suuria tehtäväkokonaisuuksia, jotka koostuvat pienistä ja yksinkertaisista, mutta kuitenkin inhimillistä harkintaa vaativista tehtävistä. Samana vuonna Howe antoi Wired Magazine -lehteen kirjoittamassaan artikkelissa (2006b) esimerkkejä jo tuolloin toimineista web-palveluista, jotka toteuttivat joukkoistamista. Näitä olivat muun muassa valokuvia välittävä palvelu iStockphoto ja Amazon.com:n mikrotyöpalvelu Mechanical Turk. iStockphoto on palvelu, jossa kuka tahansa valokuvaaja voi julkaista ottamiaan kuvia ja muut, asiakkaat, voivat ostaa käyttöoikeuksia näihin kuviin verrattain edullisella hinnalla. Mechanical Turk taas on palvelu, jossa yksityiset henkilöt ja yritykset voivat teettää palvelun käyttäjistä koostuvalla suurella joukolla pienistä tehtävistä koostuvia tehtäväkokonaisuuksia. Tällaista pienistä tehtävistä koostuvaa työntekoa kutsutaan mikrotyöksi (engl. microwork) (Aitamurto 2012.)

Joukkoistaminen ymmärretään eri asiayhteyksissä hieman eri tavalla ja voidaankin puhua joukkoistamisen erilaisista vivahteista. Laajemmassa yhteydessä joukkoistaminen voidaan nähdä yhtenä avoimen osallistumisen ja yhteistyön muotona, kun toinen tällainen muoto on virtuaaliyhteisö (engl. virtual community). Tässä valossa joukkoistaminen voidaan nähdä vertaistuotantona. Joukkoistamiselle on tyypillistä hyvin suuri määrä osallistujia, jotka antavat verrattain pienen työpanoksen. Virtuaaliyhteisössä puolestaan on pieni määrä vahvasti sitoutuneita osallistujia. Näiden yhteistyön muotojen pohjalta on muodostettu vertaistuotannon laatua kuvaava jatkumo, jonka toista päätä sanotaan kevyeksi vertaistuotannoksi ja toista raskaaksi vertaistuotannoksi. Näille kahdelle ääripäälle tunnistettuja tunnusomaisia piirteitä on lueteltu taulukossa 1. Nämä tunnusomaiset piirteet kertovat erilaisten joukkoistamista sisältävien prosessien rakenteista ja motivoivista tekijöistä, joten ne huomioon ottamalla voidaan näitä prosesseja kehittää tehokkaammiksi. (Haythornthwaite 2009.)

Raskaassa vertaistuotannossa maine on tärkeää osallistujille ja se tuottaa heille motivaatiota, mutta kevyessä vertaistuotannossa sillä on vähemmän merkitystä. Tästä syystä kevyessä vertaistuotannossa osallistujia täytyy motivoida muilla keinoilla. Molemmissa tapauksissa muun muassa teknologian kanssa toimiminen sekä pelin- ja leikinomaisuus lisäävät motivaatiota. (Haythornthwaite 2009.) On myös havaittu, että motivaatiota lisäävät ja ylläpitävät sosiaalisen läsnäolon tunteen kasvattaminen (Short & Williams & Christie 1976) ja tuntemus johtajan, ylläpitäjän tai opettajan läsnäolosta (Garrison &

Taulukko 1: Kevyelle ja raskaalle vertaistuotannolle tunnusomaiset piirteet.

Kevyt vertaistuotanto	Raskas vertaistuotanto
Suuri määrä osallistujia.	Pieni määrä osallistujia.
Pienet työpanokset, jotka ovat keskenään samanarvoisia.	Vaihtelevan suuruisia työpanoksia, jotka ovat keskenään eriarvoisia.
Auktoriteetti tai omistaja määrittää säännönmukaiset työpanokset.	Työpanokset ja niiden muoto vaihtelee ja ne määritellään yhdessä.
Työpanokset annetaan nimettöminä.	Työpanokset yhdistetään antajaansa.
Osallistuminen on avoin kaikille. Osallistuminen on helppoa.	Osallistuminen vaatii arvioinnin ja hyväksynnän. Kynnys osallistumiselle on korkea.
Kaksitasoinen hierarkia, johon kuuluu ylläpitäjätaso ja osallistujataso.	Monitasoinen hierarkia.
Osallistuminen mitattavissa määrällisesti.	Osallistuminen mitattavissa laadullisesti.
Maine muodostuu järjestelmässä ja ylläpitäjätaho ohjaa sitä.	Maine muodostuu osallistujien ryhmässä.

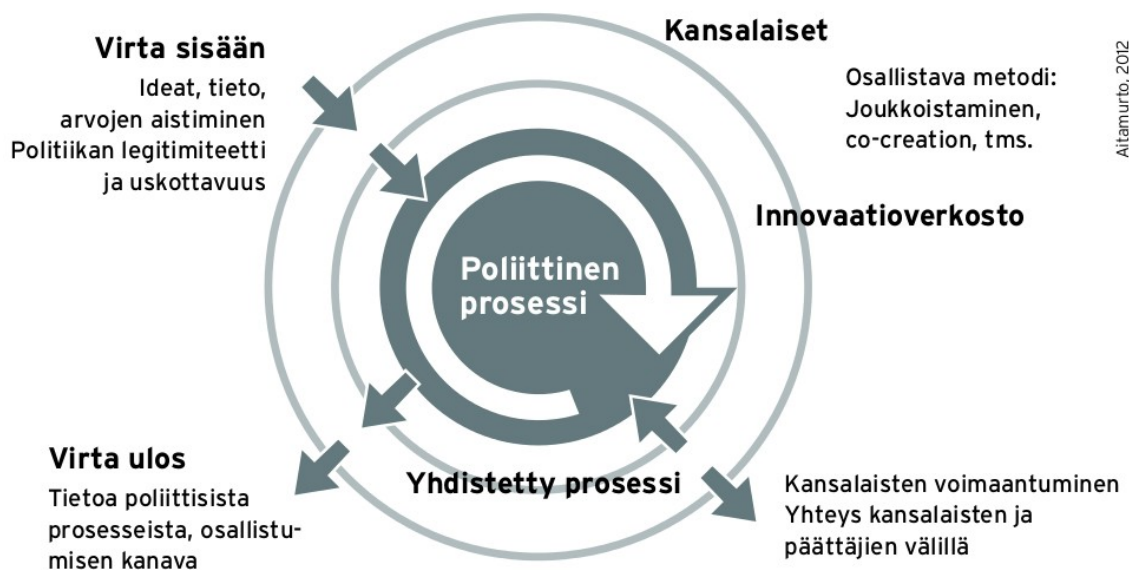
Anderson 2003). Toisaalta osallistujien luottamus ylläpitäjätahoon on erityisesti kevyessä vertaistuotannossa tärkeää ja sen menettäminen voi aiheuttaa osallistujien määrän romahtamisen (Haythornthwaite 2009).

Joukkoistamisesta on kiinnostuttu myös keinona osallistaa ihmisiä kaupunkisuunnittelussa. Brabhamin (2009) mukaan liiketoiminnassa käytetty joukkoistamisen malli soveltuu myös kaupunkisuunnittelussa hyödynnettäväksi. Nykyaikainen teknologia mahdollistaa aiempaa syvemmän hallinnon ja asukkaiden välisen sidonnaisuuden ja joukkoistamalla asukkaiden kollektiivinen äly ja luovuus voitaisiin valjastaa kaupunkisuunnittelijoiden käyttöön. Brabham esittääkin, että julkisen hallinnon ja kaupunkisuunnittelijoiden tulisi hyödyntää joukkoistamista.

Demokratiassa ja julkishallinnossa joukkoistamiseen mielletään kuuluvan selkeästi määriteltyjä ja rajattuja tehtäviä sekä selkeä tehtävänantajataho. Demokratiassa harjoitetaan erityisesti vapaaehtoista joukkoistamista, eli osallistujille ei anneta rahallista palkkiota. Asukkaiden osallistaminen päätöksentekoon demokratiassa joukkoistamisen avulla vaatii joukkoistamisen ottamista osaksi jonkin käsiteltävän asian demokraattista prosessia, mitä on havainnollistettu kuvassa 2. Poliittisesta prosessista päästetään julkisuu-

teen tietoa käsiteltävästä asiasta samalla kun laajalta yleisöltä kerätään tietoa, ideoita ja näkemyksiä. Näin joukkoistamisen vaatima poliittisen prosessin avoimuus voi lisätä politiikan legitimitettä ja läpinäkyvyys vahvistaa päätöksenteon luotettavuutta. Parhaimmillaan joukkoistaminen demokratiassa voi tuottaa kansalaisille kokemuksen yhteiskunnallisesta toimijuudesta. Tätä Aitamurto kutsuu kansalaisten voimaantumiseksi. Joukkoistaminen mahdollistaa myös parempien päätösten tekemisen, kun useampia näkökulmia voidaan löytää. Lisäksi tietoa voidaan kerätä aiempaa suuremmalta joukolta kansalaisia ja aiempaa nopeammin. (Aitamurto 2012.) Kansalaisten osallistaminen ja sen mukana poliittisen prosessin avaaminen voivat olla julkiselle hallinnolle raskas päätös, sillä osallistaminen on poliittisessa mielessä vallan siirtämistä hallinnolta kansalaisten yhteisölle (Crick & Lockyer 2010).

PPGIS (engl. public participation geographic information system) tarkoittaa paikkatietojärjestelmän käyttöä asukkaiden osallistamisessa poliittiseen päätöksentekoon. Kun paikkatietojärjestelmiä alettiin käyttää poliittisen päätöksenteon tukena, nousi epäilyksiä siitä, että niiden tarkoitus olisi tarjota hallinnolle uusi keino kansalaisten valvontaan ja kontrollointiin. Paikkatietojärjestelmien avulla hallinnon oli mahdollista vaikuttaa kansalaisille levitettävään tietoon ja luoda heille valheellinen tuntemus siitä, että he pystyivät vaikuttamaan päätöksentekoon. Vastailmiönä tälle syntyi PPGIS:n ajatus. Vuonna 1996 Schroeder määritteli PPGIS:n alun perin tarkoittavan paikkatietojärjestelmien ja muiden spatiaalisten päätöksenteon välineiden avaamista kaikkien niiden käyttöön, joil-



Kuva 2: Osallistamisen vaikutus demokraattisissa prosesseissa. (Aitamurto 2012.)

la on osuutta virallisiin päätöksiin. Myöhemmin monet ammattialat ovat kiinnostuneet PPGIS:n ajatuksesta ja olleet mukana muokkaamassa sen muotoa ja merkitystä. Myös paikalliset yhteisöt ja voittoa tavoittelemattomat järjestöt ovat alkaneet vaikuttaa PPGIS:n kehityksen suuntaan. (Sieber 2006.)

Soveltamalla PPGIS:ä voidaan tuoda paikkatietojärjestelmä tavallisten asukkaiden saataville ja tukea eri yhteistyötahojen välistä viestintää. Sijaintiin perustuva tutkimus vaatii kuitenkin hyvin erikoistuneen työkalun ja sitä varten Aalto-yliopistossa on kehitetty PehmoGIS-menetelmä (engl. softGIS), joka mahdollistaa suurien datamäärien keräämisen käyttäjäystävällisellä tiedonkeruusovelluksella. Eräässä tutkimuksessa, jossa menetelmää käytettiin, kerättiin yli 3000:lta vastaajalta yli 10000 paikkaan sidottua kokemusta kaupunkiympäristöstään. (Kytä & Broberg & Tzoulas & Snabb 2013.) Muita jo toteutettuja käytännön esimerkkejä PPGIS:stä ovat Suomessa muun muassa YLE:n vaarallisia liikennepaikkoja kartoittava kysely (YLE Uutiset 2014) ja polkupyöräilyliikkeen palautteenkeruupalvelu Fillarikanava (Poikola & Korhonen 2014).

2.5 Älypuhelimien hyödyntäminen liikkumisen tutkimisessa maailmassa

Tässä työssä etsittiin esimerkkejä älypuhelimien hyödyntämisestä ihmisten liikkumisen tutkimisessa. Matkapuhelimia yleensä on käytetty tarkoitukseen keräämällä matkapuhelindataa. Lisäksi erityisillä GPS-laitteilla kerättyä dataa on hyödynnetty ja HSL aikoo kokeilla älypuhelinavusteista liikkumistutkimuksen tiedonkeruumenetelmää. Kaikki näistä esimerkeistä kuitenkin eroavat merkittävästi sähköisestä matkapäiväkirjasta.

Ihmisten liikkumista on tutkittu matkapuhelimia hyödyntäen keräämällä operaattoreilta saatavaa matkapuhelindataa, eli matkapuhelinsignaaleista saatavia sijaintitietoja. Matkapuhelimien sijainteja ja reittejä on pystytty selvittämään tukiasemien sijaintien ja signaalien voimakkuustietojen perusteella. Sijaintitietoja syntyy näin aina, kun matkapuhelin muodostaa verkkoyhteyden. Tämä tapahtuu silloin, kun matkapuhelimella soitetaan, lopetetaan puhelu, lähetetään tekstiviesti tai käytetään Internet-yhteyttä. Ajaltaan ja sijainniltaan ketjumaisesti lähekkäisiä signaalitietoja pystytään yhdistämään toisiinsa ja hyödyntämään signaalit lähettäneen matkapuhelimen kulkeman reitin selvittämisessä. Tällaisia ketjuja kuitenkin syntyy internet-yhteyttä säännöllisesti käyttävien sovellusten, esimerkiksi sähköposti- ja säätiedotussovellusten käytön vuoksi. Tämän kaltainen mat-

kapuhelindata on melko epätarkkaa ja siihen ei voi liittää tietoja matkapuhelimien käyttäjästä, joten sen hyödyllisyys liikenteen mallinnuksessa on vähäinen. Matkapuhelindatan avulla voidaan kuitenkin toteuttaa erillisiä tarkasteluja liikkumiskäyttäytymisen ymmärtämiseksi. (Calabrese & Diao & Lorenzo & Ferreira & Ratti 2013.)

Australiassa tehdyssä tutkimuksessa on havaittu, että kasvaneen sosiaalisen verkostoitumisen vuoksi matkustajat voidaan nähdä paitsi liikenteeseen liittyvän tiedon kuluttajina, myös sen tuottajina. Kyseisessä tutkimuksessa ei kuitenkaan käsitelty tässä työssä tarkoitettujen liikkumistutkimusten tekemistä, vaan matkustajakokemusta julkisessa liikenteessä. (Nelson & Mulley 2013.)

GPS-laitteita, jotka eivät ole älypuhelimia, on käytetty liikkumistutkimuksen välineenä. GPS:ää hyödyntäviä liikkumistutkimuksia ja kulkumuodon päättelyä GPS-datasta on käsitelty Teknillisessä korkeakoulussa tehdyssä diplomityössä (Rantala 2009). Sen tuloksena todettiin, että GPS-menetelmällä ei voida täysin korvata aikaisempia liikennetutkimuksia, koska kaikkia liikkumistutkimuksissa tarvittavia tietoja ei pystytä keräämään GPS-laitteella. Aikaisempia tutkimuksia voidaan kuitenkin Rantalan mukaan täydentää GPS-tutkimuksella ja GPS:n sanotaan olevan kuitenkin lupaava menetelmä. Lisäksi tulee huomata, että kyseisen diplomityön kirjoitusaikana nykyaikaisten älypuhelimien käyttö oli vielä melko vähäistä. Android-käyttöjärjestelmästäkin oli tuolloin julkaistu vasta ensimmäiset versiot.

Älypuhelimia aiotaan hyödyntää liikkumistutkimuksissa myös Helsingin seudulla. Keväällä 2014 HSL julkaisi vuoden 2014 liikkumistutkimusta koskevan tarjouspyynnön. Liikkumistutkimus tehtäisiin Helsingin seudun 14 kunnan alueella syksyllä 2014 ja sen tavoitteena on kerätä tietoa Helsingin seudun asukkaiden liikkumisesta Kehäradan ja runkolinja 560:n vaikutusten arviointia varten. (HSL 2014d.) Kyseisessä liikkumistutkimuksessa tullaan tarjoamaan vastaajille mahdollisuus matkapuhelinavusteiseen osallistumiseen. Tällä tarkoitetaan sitä, että osa henkilön tekemien matkojen tiedoista kerätään Android-älypuhelinsovelluksen avulla ja täytetään internet-kyselylomakkeelle automaattisesti. Näihin tietoihin kuuluvat muun muassa lähtö- ja määräpaikkojen sijainnit, kulkumuodot ja tiedot matkojen tarkoituksista. Vastaaja voi tarkistaa ja korjata automaattisesti tunnistetut tietonsa internet-kyselylomakkeella. (HSL 2014e.)

3 Materiaali ja menetelmät

3.1 Sähköisen matkapäiväkirjan lähtökohdat

Tätä työtä varten toteutetulla sähköisen matkapäiväkirjan järjestelmällä ja siihen liittyvällä käyttökokeilulla haluttiin selvittää, voitaisiinko uudella liikennetutkimusmenetelmällä, sähköisellä matkapäiväkirjalla ratkaista ongelmia, joita perinteisissä liikkumistutkimusten tiedonkeruumenetelmissä on. Perinteiset tiedonkeruumenetelmät vaativat paljon manuaalista työtä ja niiden tekemisen kaikkiin vaiheisiin kuluu paljon aikaa. Lisäksi osallistujien kokema vastausrasitus on suuri, mutta tietoa saadaan kerättyä vain melko vähän ja siihen jää vaihtelevan suuruisia mittausvirheitä.

Uuden menetelmän tavoitteena on pienentää osallistujien kokemaa vastausrasitusta ja kerättyihin tietoihin, erityisesti matkojen pituuksiin ja kestoihin liittyvää mittausvirhettä. Lisäksi hyvin pitkälle automatisoidulla tiedonkeruulla pyritään vähentämään merkittävästi vaadittavan manuaalisen työn määrää. Kerätty tieto on täten lisäksi ajantasaisempaa ja kuvaa näin ollen paremmin liikennejärjestelmässä vallitsevia olosuhteita.

3.2 Käyttökokeilun menetelmä

Tässä työssä esitellään työssä toteutetulla järjestelmällä tehty käyttökokeilu, jolla pyrittiin selvittämään järjestelmän soveltuvuutta liikkumistutkimuksissa käytettäväksi sekä sen mahdollisia kehitystarpeita. Näitä seikkoja arvioitiin tarkastelemalla kerättyä tietoa selailusovelluksen avulla ja käsittelemällä osallistujilta kerättyä palautetta. Tärkeää käyttökokeilussa oli riittävän suuren tietomäärän kerääminen usean eri osallistujan erilaisista liikkumistottumuksista, eikä muiden liikkumistutkimusten kanssa vertailukelpoisen tutkimuksen suorittaminen.

Käyttökokeilu järjestettiin ajalla 16.-22.12.2013. Ajankohdan valintaan vaikutti suuresti se, että ennen käyttökokeilun järjestämistä järjestelmän kaikki tarvittava toiminnallisuus oli toteutettava ja testattava sekä mobiilisovelluksessa esiintyneet merkittävimmät ohjelmointivirheet korjattava. Lisäksi joulukuussa odotettiin kertyvän paljon matkoja, kun ihmiset tekevät poikkeuksellisen paljon kaupassakäynti- ja ostosmatkoja. Tavalliset liikkumistutkimukset pyritään aina tekemään aikana, jolloin ihmisten liikkuminen on mahdollisimman tavanomaista.

Osallistujat valittiin aiheesta kiinnostuneista ja siihen liittyen työskennelleistä Aalto-yliopiston työntekijöistä ja tämän työn tekijän ystäväpiiristä. Yleisesti levitettyä avointa kutsua ei käytetty. Ehdoton vaatimus valituille osallistujille oli, että heillä on käytössään Android-käyttöjärjestelmää käyttävän älypuhelin ja mielellään että se on heillä päivittäisessä käytössä. Lisäksi heidän laitteidensa käyttöjärjestelmän version tuli olla riittävän uusi. Osallistujien oli myös asuttava pääkaupunkiseudun alueella järjestelmästä johtuvan käyttöalueen rajoituksen vuoksi.

Kaikille valituille osallistujille lähetettiin noin viikko ennen käyttökokeilun alkua sähköpostilla aloituskirje, joka on liitteessä 2. Aloituskirjeessä annettiin sekä suomeksi että englanniksi ohjeet käyttökokeiluun osallistumisesta ja mobiilisovelluksen asentamisesta. Aloituskirjeen liitteenä oli mobiilisovelluksen asennustiedosto ja osallistujille suunnattu pdf-muotoinen osallistujan ohje, jossa on yksityiskohtaiset, mutta helppolukuiset ohjeet mobiilisovelluksen käytöstä ja matkojen tallentamisesta. Osallistujan ohje on liitteessä 4. Osallistujia muistutettiin osallistumisesta vielä ennen käyttökokeilun alkua 12.12. ja 15.12. sekä käyttökokeilun aikana 18.12. ja 20.12.

Käyttökokeilun jälkeen osallistujia kiitettiin osallistumisesta ja heille lähetettiin samalla palautekysely. Kysely oli toteutettu osaksi mobiilisovellusta ja se jaettiin mobiilisovelluksen uutena asennustiedostona. Mobiilisovellukset lähettivät kerätyn palautteen tietokantaan. Palautekyselyn täyttämiseen annettiin viikko aikaa, mutta aikaa päätettiin jatkaa neljällä päivällä vastausten pienen määrän takia. Palautekyselyssä kysyttiin englanniksi seuraavat kysymykset:

- Luitko osallistujan ohjeen?
- Oliko osallistujan ohjeessa annettu ohjeistus helposti ymmärrettävä?
- Kuinka monta kertaa jotain matkasi osuutta tai osuuksia ei tunnistettu automaattisesti? (likimääräisesti)
- Kuinka monta kertaa käyttämäsi kulkumuoto oli tunnistettu väärin? (likimääräisesti)
- Kuinka monta kertaa käyttämäsi julkisen liikennevälineen linjatunnus oli tunnistettu väärin? (likimääräisesti)

- Jos jätit tallentamatta yhden tai useamman matkan käyttökokeilun aikana, teitkö sen tarkoituksella?
- Jos jätit tallentamatta yhden tai useamman matkan käyttökokeilun aikana, teitkö sen vahingossa, esim. unohtamalla?
- Kuinka monta matkaa jätit tallentamatta käyttökokeilun aikana? (likimääräisesti)
- Mikä matkojen tallentamisessa oli positiivista?
- Mikä matkojen tallentamisessa oli negatiivista?

Lisäksi osallistujia pyydettiin antamaan mahdollisia kehitysehdotuksia. Mobiilisovellus tallensi kerätyn palautteen mobiililaitteen muistiin, joten osallistujat pystyivät täyttämään kyselyn osissa. Osallistujilla oli myös mahdollisuus muokata vastauksiaan koko palautteen keruun ajan. Näistä mahdollisuuksista oli tiedotettu osallistujille sähköpostilla lähetetyssä palautteen keruusta kertovassa kirjeessä, joka on liitteessä 3. Myös käyttökokeilun aloituskirjeessä (liite 2) tiedotettiin etukäteen, että palautetta tullaan keräämään käyttökokeilun jälkeen.

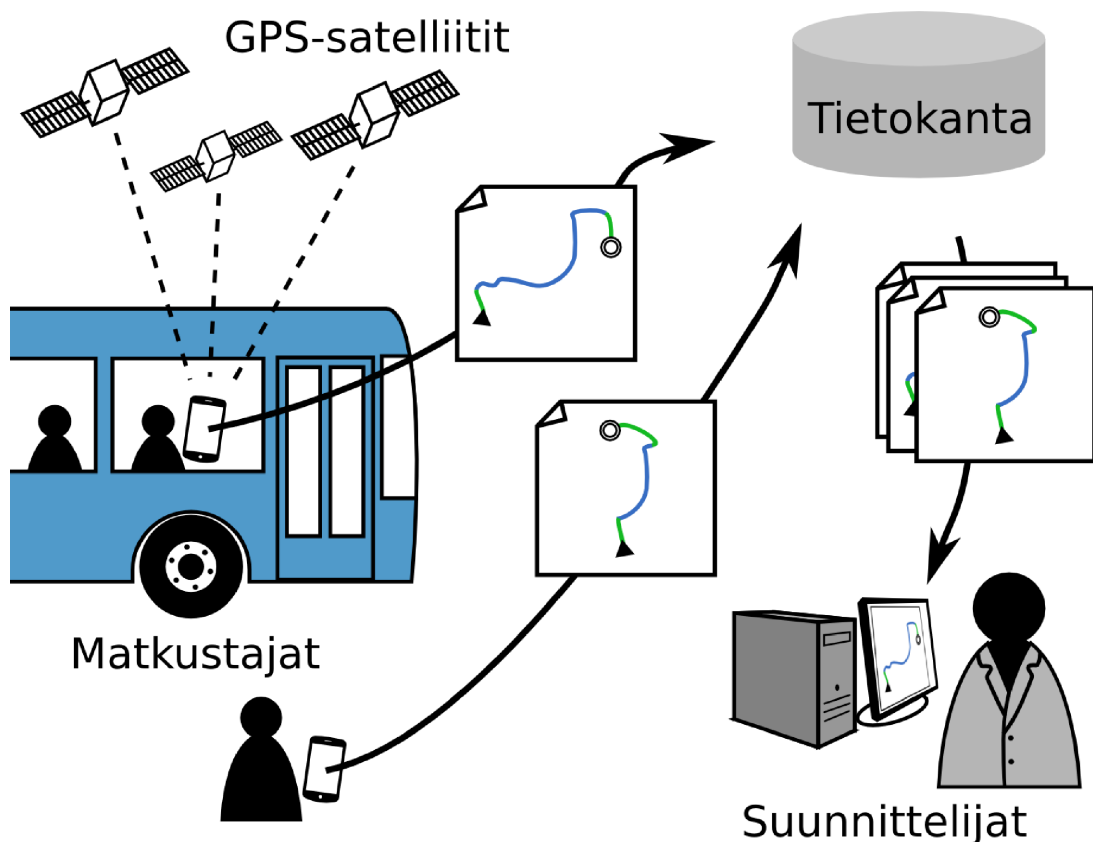
Käyttökokeilun tuloksia olivat kerätty data ja palaute, joita tarkastelemalla arvioitiin sähköisen matkapäiväkirjan soveltuvuutta liikkumistutkimusten tekemiseen. Kerätyn datan sijaintitarkkuutta arvioitiin selailusovellusta käyttäen etsimällä matkojen reiteistä karkeita sijaintivirheitä taustakarttaan vertaamalla. Mobiilisovellus ohjelmoitiin keräämään myös automaattisen tunnistuksen onnistumista kuvaavia tietoja tallentamalla tiedot sekä automaattisesti tunnistetuista että osallistujan vahvistamista kulkumuodoista ja julkisen liikenteen linjatunnuksista. Näistä tiedoista luotiin yhteenveto selailusovellukseen kehitetyn raporttitoiminnon avulla. Tämän yhteenvedon avulla arvioitiin automaattisen kulkumuodontunnistuksen ja julkisen liikenteen tunnistuksen tarkkuutta ja luotettavuutta. Palautetta tarkasteltiin etsimällä toistuvasti mainittuja asioita sanallisista kysymyksistä ja taulukoimalla muiden kysymysten vastaukset. Palautteen pienestä määrästä johtuen kaikki vastaukset pystyttiin käymään läpi. Käyttökokeilun tulokset ja johtopäätökset on esitetty luvussa 5.

4 Sähköisen matkapäiväkirjan järjestelmän kuvaus

4.1 Järjestelmän yleiskuvaus

Tätä tutkimusta varten on suunniteltu ja toteutettu järjestelmä, jonka avulla pystytään toteuttamaan älypuhelimia hyödyntäviä matkapäiväkirjatutkimuksia liikenteen mallinnuksen ja edelleen liikennejärjestelmäsuunnittelun tarpeisiin. Järjestelmä on esitetty kuvassa 3 ja siihen kuuluu mobiilisovellus tiedonkeruuta varten, tietokanta tiedon tallentamista varten sekä selailusovellus tiedon ja tulosten tarkastelua varten.

Liikkumistutkimusta järjestettäessä mobiilisovellus toimitetaan tutkimukseen kutsutuille osallistujille ja he asentavat sen älypuhelimeensa. Mobiilisovellus tallentaa puoliautomaattisesti tietoja osallistujien tekemistä matkoista ja lähettää ne tietokantaan. Tutkimuksen jälkeen tietokantaan kertynyttä älypuhelimien lähettämää tietoa voidaan selailla ja analysoida selailusovelluksella tai sitä voidaan muuntaa muissa ohjelmistoissa käytettäväksi. Näin sähköinen matkapäiväkirja tuottaa monipuolista ja rakenteista tietoa tutkimusalueen asukkaiden tekemistä matkoista ja tallentaa tiedon keskitetysti, jolloin alueen



Kuva 3: Havainnekuva sähköisen matkapäiväkirjan toiminnasta.

liikennejärjestelmäsuunnittelusta vastaavat tahot voivat käyttää sitä liikennejärjestelmäsuunnittelun tukena.

Mobiilisovellus tunnistaa osallistujan kulkumuodon hänen tekemiensä matkojen eri vaiheissa. Mobiilisovelluksen tunnistamat kulkumuodot ovat kävely, polkupyörä, henkilö-auto, linja-auto, juna, metro, raitiovaunu ja Suomenlinnan lautta. Julkisen liikenteen kulkumuodoista mobiilisovellus tunnistaa lisäksi julkisen liikennevälineen linjatunnuksen. Näin saadaan tietoa eri kulkumuotojen käytöstä ja siitä, miten osallistujat ovat yhdistelleet eri kulkumuotoja matkustaessaan. Osamatka on matkan osa, joka on matkustettu tietyllä kulkumuodolla ja liikennevälineellä. Järjestelmän keräämään tietoon tallennetaan jokaista osamatkaa kohden maantieteelliseen koordinaatistoon sidottu reitti aikatietoineen, kulkumuoto ja julkisen liikenteen kulkumuodoilla matkustetuilla osamatkoilla julkisen liikenteen linjatunnus. Aikatiedot sisältävästä reittitiedosta pystytään johtamaan monia tietoja, kuten osuuden kesto, pituus sekä alkamis- ja päättymisajat.

4.2 Käytetyt teknologiat

4.2.1 Mobiilisovelluksen käyttöjärjestelmä

Tätä työtä varten toteutettuun järjestelmään kuuluvan mobiilisovelluksen käyttöjärjestelmänä käytetään Androidia. Android on mobiilikehitysalusta, joka sisältää käyttöjärjestelmän, ohjelmointirajapinnan (engl. application programming interface, API) ja kehityspakin (engl. software development kit, SDK). Ohjelmointirajapinta on sovelluksen ja sovellusalueen yhdistävä ohjelma tai käytäntö, joka mahdollistaa kahden eri tietoteknisen järjestelmän yhteenliittämisen. Kehityspakki (engl. software development kit, SDK) on joukko apuohjelmia ja esimerkkejä tiettyyn käsittely-ympäristöön kuuluvien sovellusten kehittämistä varten. Androidin ovat kehittäneet yhteistyössä Google ja Open Handset Alliance (OHA), joka on useiden suurien mobiiliteknologia-alan yritysten muodostama järjestö. OHA:n tarkoituksena on luoda avoin mobiilikehitysalusta, joka mahdollistaa sovellusten nopean ja laadukkaan kehittämisen. Tämän avulla OHA haluaa tarjota suurelle käyttäjien joukolle paremman mobiililaitteiden käyttökokemuksen. Android on kehitetty tarjoamaan tuen erilaisille mobiililaitteisiin kuuluville laitteistoille ja nykyään se soveltuu myös taulutietokoneissa ja televisioissa käytettäväksi. (Reto 2012)

Google julkaisi Android-käyttöjärjestelmän virallisessa blogissaan 5.11.2007 vastauksena huhuihin ja odotuksiin Googlen omasta älypuhelinmallista. Googlen sanojen mukaan Android on ensimmäinen aidosti avoin ja kaikenkattava mobiilikehitysalusta. (Rubin 2007)

4.2.2 Paikannus

Matkatiedon keräämisessä tarvitaan paikannusteknologiaa. Tätä työtä varten toteutettuun järjestelmään kuuluva mobiilisovellus kokoaa paikannuksen avulla havaituista älypuhelimien sijainneista reitin, jota älypuhelimien käyttäjä on kulkenut.

GPS (engl. Global Positioning System) on maailmanlaajuisesti ja ympärivuorokautisesti toimiva satelliitteihin perustuva järjestelmä, joka mahdollistaa käyttäjilleen oman sijaintinsa määrittämisen. Sen on kehittänyt Yhdysvaltain puolustusministeriö (engl. Department of Defense, DoD) ja se oli alunperin tarkoitettu sotilaskäyttöön. GPS on käyttänyt vuodesta 1987 referenssijärjestelmänään WGS84-järjestelmää (World Geodetic System 1984), jonka on määritellyt ja realisoinut aikoinaan Yhdysvaltain armeijan karttavirasto (engl. Defense Mapping Agency, DMA). (Poutanen 1998)

GPS-järjestelmään kuuluu kolme osaa: satelliitit, kontrolliverkko ja käyttäjät. Satelliitit kiertävät Maata kiertoradoillaan runsaan 20000 km korkeudessa. Satelliitit lähettävät signaalia, joka sisältää paikannukseen tarvittavaa informaatiota salatussa P-koodissa ja julkisessa C/A-koodissa. Satelliitin lähettämän signaalin sisältämään informaatioon kuuluvat kyseisen satelliitin ratatiedot eli efemeridit sekä kaikkien satelliittien ratatiedot eli almanakkatiedot. Kontrolliverkkoon kuuluvat ympäri maapalloa sijoitetut maa-asemat, joiden tehtävänä on tarkkailla satelliittien tilaa, kiertoratoja ja kellovirheitä sekä päivittää satelliittien lähettämiä tietoja. GPS-järjestelmän käyttäjillä puolestaan on vastaanotin, joka havaitsee satelliittien lähettämää signaalia ja käsittelee sitä sijainnin määrittämiseksi. GPS-järjestelmässä vastaanottimet eivät lähetä signaaleja satelliiteille. (Poutanen 1998)

Alkuaikoinaan GPS-järjestelmässä oli käytössä tahallinen tarkkuutta heikentävä häirintä (engl. selective availability, SA), jonka vain sotilaskäyttöön tarkoitetut vastaanottimet pystyivät poistamaan (Poutanen 1998). Tämä häirintä kuitenkin poistettiin 1. toukokuuta 2000 GPS:n tarkkuuden parantamiseksi siviilikäytössä ja uusien rauhanomaisten si-

viilisovellusten kehittämisen kiihdyttämiseksi. Vuonna 2007 Yhdysvaltain puolustusministeriö ilmoitti, että Yhdysvallat sitoutuu olemaan ottamatta häirintää enää koskaan käyttöön. Tällöin häirintäominaisuutta ei enää sisällytetty uuden sukupolven GPS-satelliitteihin ja kaikki häirintään tarvittavat järjestelmät hävitettiin. (The White House 2000, DoD 2007)

GPS-paikannuksen etuna on, että sitä käyttämällä saadaan tarkin mahdollinen sijaintitieto. Rajoituksena on kuitenkin se, että GPS toimii hyvin lähinnä ulkotiloissa, koska vastaanottimesta täytyy olla suora ja esteetön näköyhteys käytettäviin satelliitteihin ja mobiililaitteiden GPS-radioissa saattaa olla huono herkkyys. Lisäksi ensimmäisen sijainnin määrittäminen on monimutkainen prosessi ja kestää kauan. Nämä tavanomaisen GPS-paikannuksen rajoitukset haittaavat sen käyttöä mobiililaitteissa, joten avustavia tekniikoita on kehitetty tarkkuuden parantamiseksi. Merkittävimpiä avustavia tekniikoita ovat nykyajan mobiililaitteissa usein käytetty A-GPS (engl. assisted GPS) ja harvinaisempi S-GPS (engl. simultaneous GPS). A-GPS hyödyntää mobiililaitteen internet-yhteyttä satelliittien ratatietojen lähettämiseksi palvelimelta mobiililaitteeseen. Tämä nopeuttaa ensimmäisen sijainnin määrittämistä, koska satelliittien ratatietoja ei tarvitse selvittää satelliittien lähettämistä efemerideistä ja almanakkatiedoista. Monissa mobiililaitteissa käytetään samaa radiolaitteistoa puheluihin ja muuhun viestintään. Kun radiolaitteisto on varattuna muuhun, sitä ei voi käyttää paikanmäärittäykseen, mikä aiheuttaa viivettä. S-GPS pyrkii nopeuttamaan GPS:n sijainninmäärittäystä käyttämällä tarkoitukseen varattua erillistä radiolaitteistoa. (Milette & Stroud 2012, Van Diggelen 2009)

4.2.3 Kulkumuodontunnistus

Tätä työtä varten toteutettuun järjestelmään kuuluva mobiilisovellus tunnistaa osallistujan kulkumuodon käyttäen Googlen tarjoamaa Google Play Services -ohjelmointikirjastoa. Ohjelmointikirjasto on dokumentoinnin sisältävä kokoelma ohjelmakoodia, jota voidaan hyödyntää osana muita ohjelmia.

Google Play Services -ohjelmointikirjastoon kuuluu paketti `com.google.android.gms.location`, joka sisältää ohjelmakoodin karkeaan kulkumuotojen tunnistamiseen Android-mobiililaitteissa. Ohjelmointikirjasto tunnistaa onko laite ajoneuvossa, polkupyörän kyydissä, paikallaan vai käyttäjällä, joka kävelee tai juoksee. Lisäksi kirjasto antaa arvion tunnistamansa kulkumuodon todennäköisyydestä. Kulkumuo-

dot tunnistetaan lukemalla säännöllisin välein lyhyitä datanäytteitä mobiililaitteen sisältämistä sensoreista. Tunnistamiseen käytetään sensoreita, jotka kuluttavat mahdollisimman vähän virtaa, jotta akun kulutus olisi mahdollisimman pientä. (Google & OHA 2014a) Kulkumuodon tarkempi tunnistus tehdään mobiilisovelluksen muissa osissa.

4.2.4 Julkisen liikenteen tunnistus

Tätä työtä varten toteutettuun järjestelmään kuuluva mobiilisovellus tunnistaa osallistujan julkisen liikenteen käytön HSL:n tarjoaman Reittiopas API -ohjelmointirajapinnan avulla. Reittiopas API luotiin, kun HSL vapautti joukkoliikennereittien ja -aikataulujen tiedot kaikkien käytettäväksi (HRI 2014b).

Reittiopas API -rajapinnan palvelin sisältää ajantasaiset tiedot HSL:n tarjoamista aikatauluista. Aikataulutiedot päivitetään viikoittain. Rajapinnasta voi hakea HTTP Get-pyyynnöllä (engl. request) muun muassa pysäkkien ja linjojen tietoja, reitityksiä kahden pisteen välille, tietyllä alueella sijaitsevien pysäkkien tietoja ja pyöräilyn reitityksiä. Kyselyn vastaus (engl. response) voidaan pyytää XML- tai JSON-muotoisena. Kahden pisteen välinen reittiopastus palauttaa annettuun aikaan ja annettujen pisteiden välillä aikataulujen mukaan mahdollisten julkisen liikenteen yhteyksien kulkemat reitit koordinaattilistana ja pysäkkilistana, käytettävät kulkumuodot ja linjanumerot, lähtö- ja saapumisaajat, vaihtoajat sekä reitin ja sen osien pituudet ja kestot. Reitit on mahdollista pyytää suurella tai pienellä tarkkuudella, jolloin rajapinta palauttaa joko reitin muodon kuvaavat koordinaatit tai pelkät pysäkkien koordinaatit. (HSL 2014b)

Julkisen liikenteen tunnistus voitaisiin toteuttaa myös HSL:n avoimeen dataan kuuluvaa dumppitiedostoa käyttämällä. Dumppitiedosto on pakattu XML-muotoinen tiedosto, joka sisältää HSL:n julkisen liikenteen linjojen, reittien ja aikataulujen tiedot standardin Kalkati.net-tietoskeeman mukaisessa muodossa. Tiedosto luodaan kahdesti viikossa HSL:n Reittioppaan tietokannan sisällöstä, joka on identtinen HSL:n aikataulutietokannan sisällön kanssa. Kalkati.net on Suomen Liikenne- ja viestintäministeriön käynnistämä standardisoimisprojekti, joka pyrkii helpottamaan suomalaisten julkisen liikenteen operaattoreiden välistä tiedonsiirtoa ja yhteistyötä luomalla yhtenäisen muodon julkisen liikenteen tiedolle. (HSL 2014c)

4.2.5 Kartta- ja paikkatietotoiminnot

Tätä työtä varten toteutettuun järjestelmään kuuluva selailusovellus esittää matkatietoja taustakartan päälle piirrettynä. Jotta koordinaattijärjestelmään sidottua paikkatietoa voidaan käsitellä, tarvitaan paikkatiedon käsittelyn mahdollistava ohjelmisto.

OpenLayers on avoimen lähdekoodin JavaScript-kirjasto, jonka avulla voidaan luoda karttapohjaisia web-sovelluksia, eli web-karttoja. Kirjasto mahdollistaa useista erilaisista lähteistä saatavan tiedon yhdistämisen kartalla eri tasoille ja sisältää työkalut karttojen katselemiseen ja muokkaamiseen. (Westra 2010) OpenLayersin pääkäsite on kartta. Se toimii näkymänä, johon kaikki tieto piirretään. Kartalla voi olla yksi tai useampia tasoja, jotka voivat sisältää rasteri- tai vektorimuotoista tietoa. (Perez 2012)

4.2.6 Tiedonsiirtoformaatti

Tiedonsiirto järjestelmän eri osien välillä vaatii laajasti tuetun ja käyttökelpoisen tiedonsiirtoformaatin, jotta siirrettävä tieto pystytään purkamaan vastaanottavassa järjestelmässä. Tiedonsiirtoformaatin valintaa ohjasi valittu tiedon tallennustapa.

Tätä työtä varten toteutetussa järjestelmässä käytetty JSON (engl. JavaScript Object Notation) on tiedonsiirtoformaatti, joka on osa JavaScript-ohjelmointikieltä. Se on kuitenkin vakiintunut kieliriippumattomaksi, sillä JSON:in kaltainen formaatti on hyödyllinen myös monissa muissa ohjelmointikielissä. JSON perustuu objekteja esittäviin literaaleihin, eli tietotyyppikohtaisen muotoilun omaaviin tiedon arvojen esityksiin. Tuetut tietotyypit ovat numero, merkkijono, totuusarvo (engl. boolean), lista, objekti ja tyhjämerkki (engl. null). JSON on kevyempi kuin vaihtoehtoinen formaatti XML (engl. extensible markup language) ja se soveltuu luontevammin JavaScript-ohjelmointikielellä toteutettuihin sovelluksiin. (Horn 2009) GeoJSON on JSON-tiedonsiirtoformaattiin perustuva avoin formaatti, jota käytetään paikkatiedon kuvaamiseen (Westra 2010).

4.2.7 Tiedon tallentaminen

Tätä työtä varten toteutetussa järjestelmässä tiedon tallentamiseen käytetty MongoDB on eräs tällä hetkellä paljon käytetty dokumenttitietokanta. Dokumenttitietokannassa tärkein konsepti on dokumentti, joka toimii tiedon tallennusyksikkönä. Dokumentit ovat

hierarkkisia puutietorakenteita, jotka voivat koostua hakurakenteista, kokoelmista ja skalaareista. Relaatiotietokantojen ja MongoDB-tietokantojen tyypillisen käsitteistön vastaavuuksia on esitetty taulukossa 2. MongoDB:ssä tietokanta (engl. database) sisältää kokoelmia (engl. collection), joihin dokumentit tallennetaan. (Sadalage & Fowler 2012.)

Dokumenttitietokannan kokoelmiin tallennettavat dokumentit ovat keskenään samankaltaisia, mutta niiden ei tarvitse olla täysin samanlaisia. Tämä on merkittävä ero dokumenttitietokantojen ja perinteisten relaatiotietokantojen välillä. Relaatiotietokannan taulussa jokaisen tietoalkion, eli rivin tulee sisältää täsmälleen samat tietokentät, eli sarakkeet. Dokumenttitietokannassa näin ei kuitenkaan ole, vaan riittää, että kukin dokumentti sisältää vain sen tarvitsemat tietokentät. (Sadalage & Fowler 2012.)

Taulukko 2: Relaatiotietokantojen ja MongoDB-tietokantojen käsitteistön vastaavuuksia. (Sadalage & Fowler 2012)

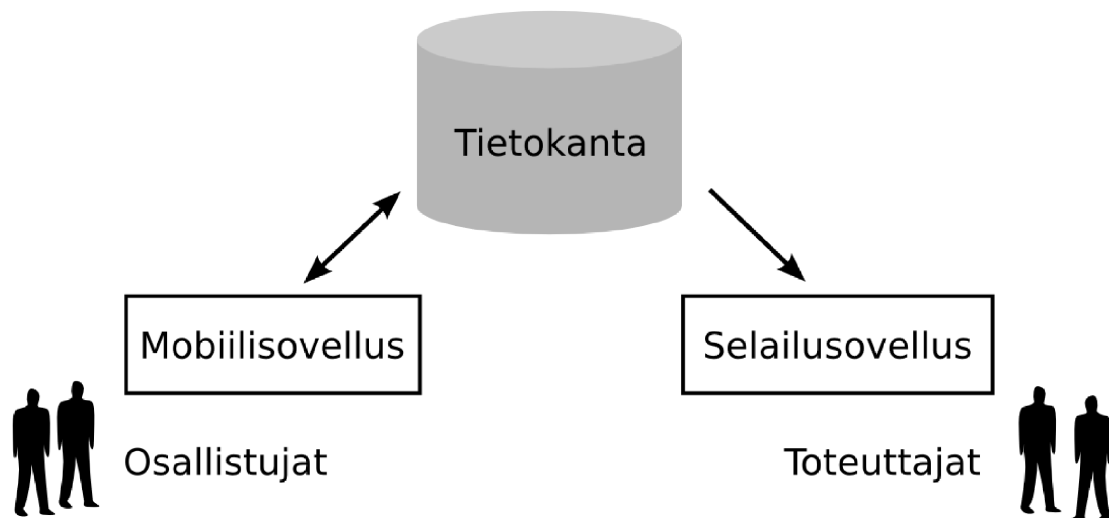
Relaatiotietokannat	MongoDB
<i>schema</i>	<i>database</i>
<i>table</i>	<i>collection</i>
<i>row</i>	<i>document</i>

MongoDB sisältää spatiaalisen indeksointitoiminnallisuuden. Spatiaalinen indeksointi mahdollistaa tietokannassa olevan sijaintitiedon käyttämisen. Sijaintitiedon mukaan tehtävät kyselyt ovat laskennallisesti raskaita ja spatiaalinen indeksointi myös nopeuttaa näiden kyselyiden tekemistä merkittävästi. (Gautam 2012)

4.3 Arkkitehtuuri

4.3.1 Järjestelmän kokonaisarkkitehtuuri

Sähköinen matkapäiväkirja koostuu kolmesta pääkomponentista, jotka ovat mobiilisovellus, tietokanta ja selailusovellus. Nämä komponentit ja niiden suhde toisiinsa on esitetty kuvassa 4. Tutkimuksen osallistujien mobiililaitteillaan käyttämä mobiilisovellus kerää tiedot matkoista lukemalla erilaisia mobiililaitteen antureita ja pyytämällä käyttöliittymän avulla attribuuttitietoja käyttäjältä. Kunkin matkan päätteeksi sovellus lähettää



Kuva 4: Kaavio sähköisen matkapäiväkirjan arkkitehtuurista.

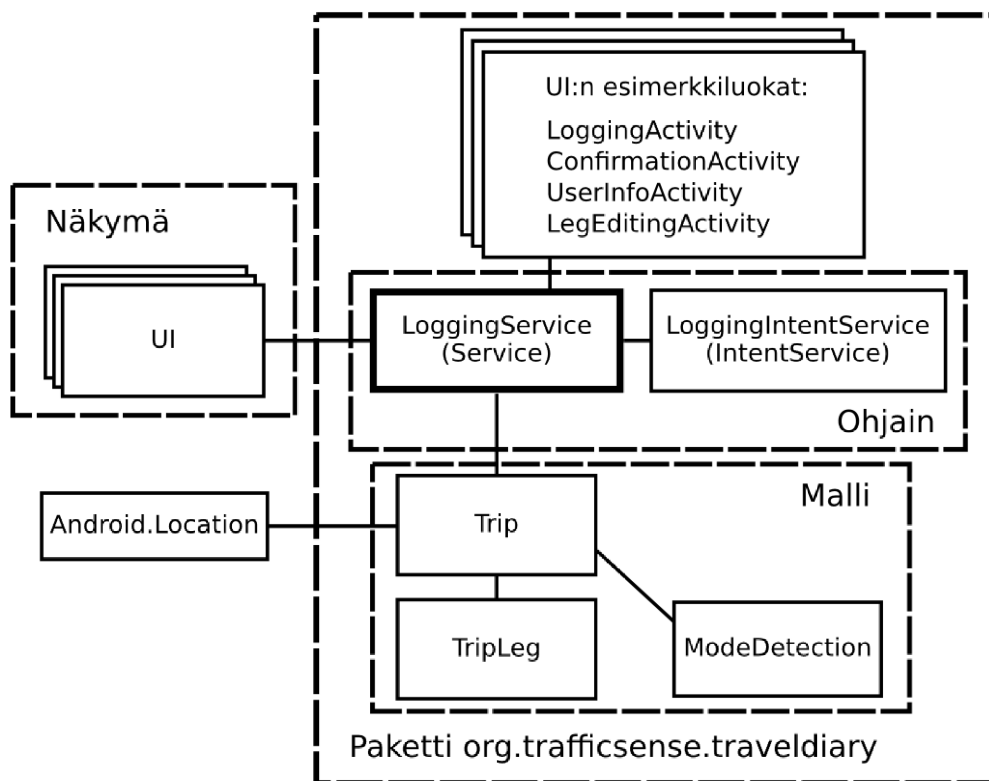
käyttäjän tarkistamat ja vahvistamat matkan tiedot tietokantaan tallennettaviksi. Tutkimuksen toteuttajat voivat tarkastella tietokantaan kerääntyneitä tietoja selailusovelluksella, joka noutaa kyselyn perusteella matka- ja käyttäjätiedot tietokannasta.

4.3.2 Mobiilisovelluksen arkkitehtuuri

Mobiilisovellus toteutettiin Android-sovelluksena ja siihen kuuluu Java-ohjelmointikielellä kirjoitetut luokat `LoggingService`, `LoggingIntentService`, `Trip`, `TripLeg`, `ModeDetection` sekä käyttöliittymän (engl. user interface, UI) luokat. Mobiilisovelluksen arkkitehtuuri on esitetty kuvassa 5.

Mobiilisovellus noudattaa MVC-arkkitehtuuria (engl. model-view-controller). Siinä sovellus koostuu kolmesta komponentista, jotka ovat malli, näkymä ja ohjain. Malli sisältää sovelluksen käsittelemän tiedon ja ominaisuudet. Näkymä puolestaan esittää tiedon käyttäjälle. Ohjain käsittelee käyttäjän antamat syötteet. MVC-arkkitehtuuri mahdollistaa sovelluksen käyttöliittymän (näkymän) vaihtamisen toiseen vain pienillä muutoksilla toteutuksessa. (Buschmann & Meunier & Sommerlad & Stal 1996.) Mobiilisovelluksen luokat on järjestetty MVC-arkkitehtuuriksi siten, että käyttöliittymän luokat muodostavat näkymän, `LoggingService`- sekä `LoggingIntentService`-luokat ohjaimen ja `Trip`-, `TripLeg`- sekä `ModeDetection`-luokat mallin.

Yksi mobiilisovelluksen arkkitehtuurin tärkeä ominaisuus on, että käyttöliittymä on eriytetty muista toiminnallisuuksista. Tämä mahdollistaa sähköisen matkapäiväkirjan



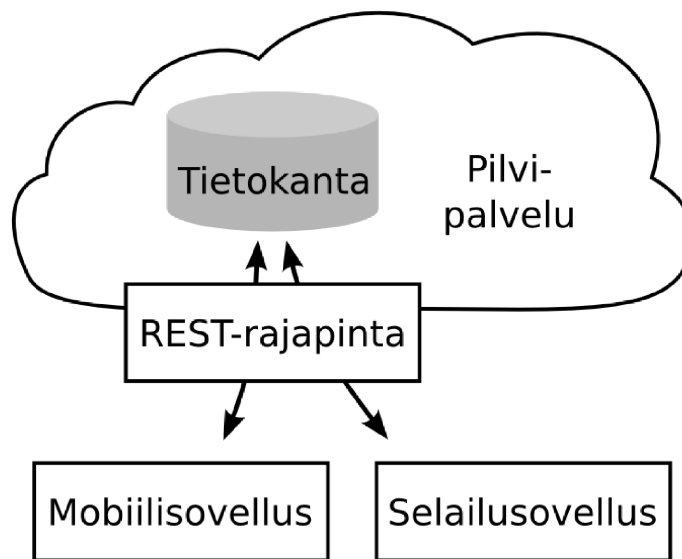
Kuva 5: Kaavio sähköisen matkapäiväkirjan mobiilisovelluksen arkkitehtuurista.

uudelleenkäytön uusissa liikkumistutkimuksissa. Uutta liikkumistutkimusta varten luodaan uusi Android-sovellus, joka käyttää kirjastona sähköistä matkapäiväkirjaa. Uuteen sovellukseen luodaan käyttöliittymä, johon toteutetaan uuden liikkumistutkimuksen kannalta tarpeelliset toiminnallisuudet ja liikkumistutkimuksien tarvitsemat yleiset toiminnallisuudet on toteutettu sähköiseen matkapäiväkirjaan.

Sähköinen matkapäiväkirja sisältää käyttöliittymän esimerkkiluokat, jotka edustavat tyypillistä liikkumistutkimukseen soveltuvaa käyttöliittymää. Näitä käyttöliittymän luokkia on käytetty myös tässä työssä käsiteltävässä käyttökokeilussa.

4.3.3 Tietokannan arkkitehtuuri

Sähköisen matkapäiväkirjan keräämät tiedot tallennetaan keskitetysti dokumenttipohjaiseen tietokantaan, joka on hankittu pilvipalveluna (engl. database-as-a-service, DBaaS). Tietokantaa käytetään internet-yhteyden kautta hyödyntämällä palveluntarjoajan REST-rajapintaa, joka mahdollistaa kaikki tarvittavat kysely-, lisäys-, poisto- ja muokkausoperaatiot. Tämä on esitetty kuvassa 6. Palveluntarjoajan kanssa tehty sopimus mahdollistaa tallentamisen tiettyyn kapasiteettirajaan saakka, mutta ei mahdollista ohjelmakoodin



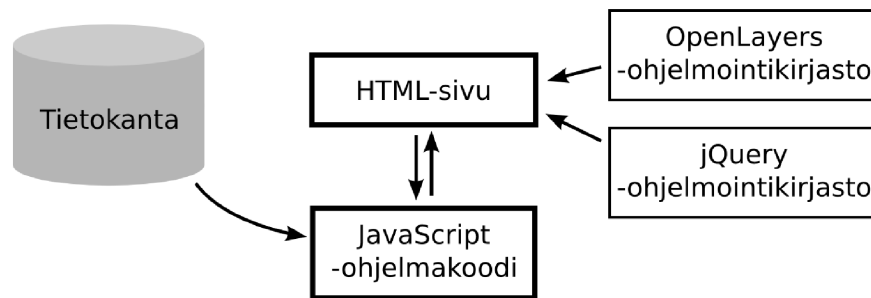
Kuva 6: Kaavio sähköisen matkapäiväkirjan tietokannan suhteista muuhun järjestelmään.

ajamista palvelimella. Tämän vuoksi kaikki toiminnallisuus on sijoitettu mobiilisovellukseen sekä selailusovellukseen ja palveluntarjoajan REST-rajapinta on ainoa vuorovaikutuskanava tietokannan kanssa. Lisäksi dokumenttipohjaisella tietokannalla ei ole skeemaa (Sadalage & Fowler 2012), joten mobiili- ja selailusovellukset vastaavat tiedon oikeasta muodosta ja rakenteesta. Näistä asioista kerrotaan lisää luvussa 4.4.

MongoDB-tietokanta koostuu kokoelmista, jotka sisältävät dokumentteja (Sadalage & Fowler 2012). Tietokannan rakenne on hyvin yksinkertainen. Siihen kuuluvat kokoelmat nimeltä *trips* ja *users*. Trips-kokoelmaan tallennetaan matkatiedot ja users-kokoelmaan liikkumistutkimuksen osallistujien tiedot. Näiden tietojen rakenne noudattaa vastaavasti luvussa 4.4.2 esiteltyä matkatietomallia ja luvussa 4.4.3 esiteltyä käyttäjätietomallia.

4.3.4 Selailusovelluksen arkkitehtuuri

Selailusovelluksella liikkumistutkimuksen tekijät voivat tarkastella tutkimuksessa kerääntyneitä matkatietoja ja muodostaa haluamistaan matkoista raportin. Sen rakenne on esitetty kuvassa 7. Selailusovellus on web-kartan sisältävä JavaScript-ohjelmointikielellä toteutettu web-sovellus, joka hyödyntää avoimen lähdekoodin OpenLayers- ja jQuery-ohjelmointikirjastoja. Selailusovellusta ei julkaistu diplomityön



Kuva 7: Kaavio sähköisen matkapäiväkirjan selailusovelluksen arkkitehtuurista.

teon aikana Internetissä, vaan sitä käytettiin pelkästään paikallisesti (engl. local host).

Selailusovellus käynnistetään avaamalla Internet-selaimella siihen kuuluva HTML-sivu, jossa on määritetty sovelluksen näkymän asettelu ja ulkoasu. HTML-sivu sisältää myös viittaukset selailusovelluksen omaan lähdekoodiin sekä OpenLayers- ja jQuery-ohjelmointikirjastojen lähdekoodiin. Selailusovellus noutaa HTTP Get -pyynnöillä matkojen ja osallistujien tietoja tietokannasta tietokannan palveluntarjoajan REST-rajapinnan kautta.

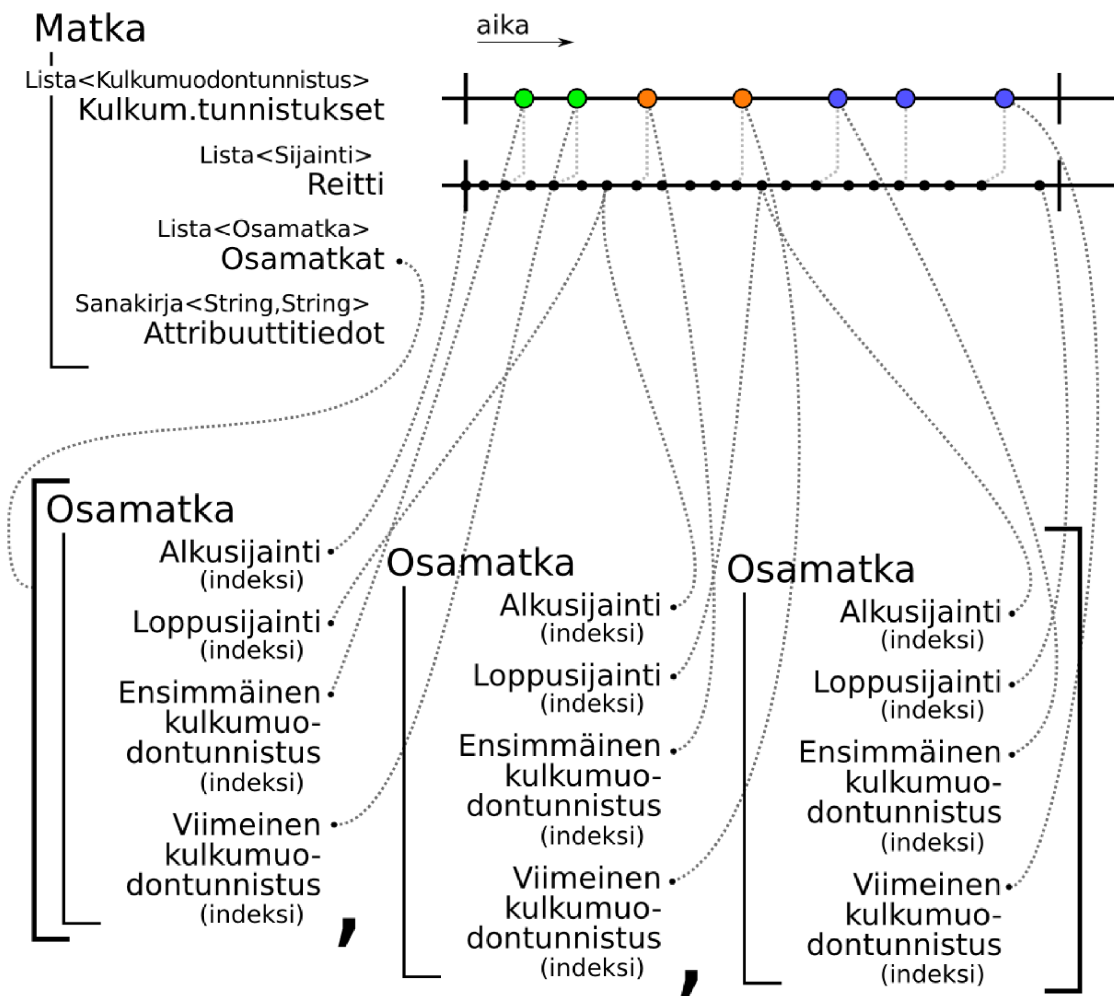
4.4 Tietomallit

4.4.1 Ajonaikainen matkatietomalli

Mobiilisovellus luo käynnissä olevaa matkaa kuvaavan ajonaikaisen tietorakenteen matkaa tallentavan mobiililaitteen suoritusmuistiin. Tämä tietorakenne noudattaa mobiilisovelluksen Java-luokissa Trip, TripLeg ja ModeDetection määriteltyä ajonaikaista matkatietomallia, joka on esitetty kuvassa 8. Ajonaikaiseen tietorakenteeseen tallennetaan kaikki mobiilisovelluksen tarvitsema tieto käynnissä olevasta matkasta.

Java-luokka Trip on tietorakenteen juuri ja siihen kuuluu listat kulkumuodontunnistustiedoista, sijainneista ja osamatkoista sekä sanakirja matkan attribuuttitiedoista. Kulkumuodontunnistustieto on määritelty Java-luokassa ModeDetection. Yksi kulkumuodontunnistustieto sisältää tiedon yhtenä ajanhetkenä matkan aikana tunnistetusta kulkumuodosta sekä ajanhetkestä, jolloin se tunnistettiin. Lisäksi jokaisella kulkumuodontunnistustiedolla on viittaus viimeisimmän sitä edeltäneen sijainnin indeksiin.

Kaikki matkan aikana mitatut sijaintitiedot ja kulkumuodontunnistustiedot tallennetaan



Kuva 8: Kaavio mobiilisovelluksen ajonaikaisesta matkatietomallista.

omiin listoihinsa ajonaikaisessa tietorakenteessa, jotta niitä voidaan hyödyntää kulkumuotojen vaihtumissijaintien määrittämisessä missä tahansa matkan vaiheessa. Näihin listoihin lisättyjä alkioita ei poisteta eikä niiden järjestystä muuteta matkan tallentamisen aikana. Tämä vaatimus mahdollistaa sijainteihin ja kulkumuotoihin viittaamisen listojen järjestyslukujen eli indeksien avulla.

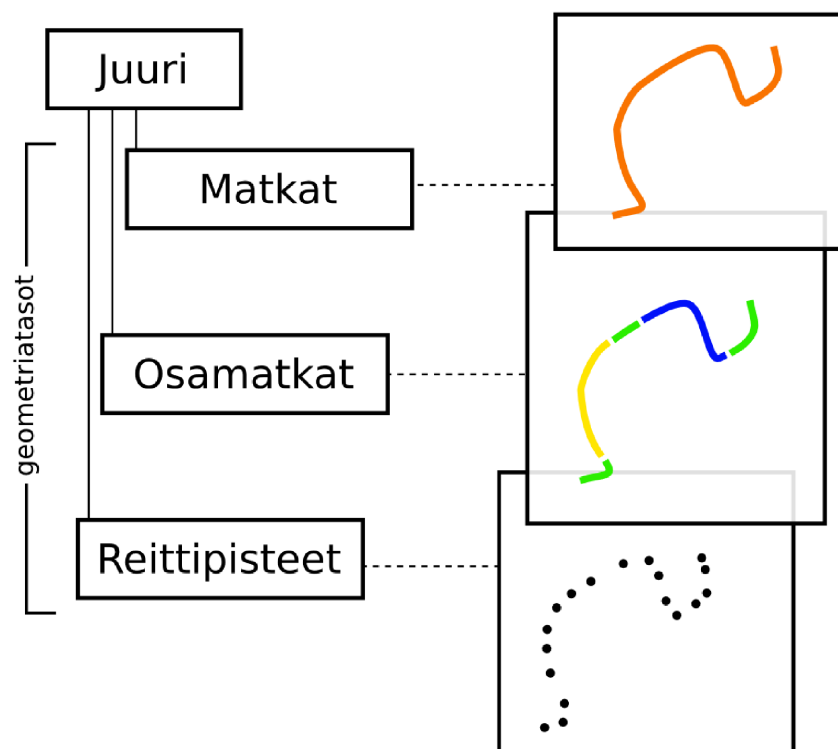
Matkan attribuuttitietoihin voi sisällyttää mitä tahansa matkaan liittyvää tietoa merkkijonoina. Tieto tallennetaan sanakirjarakenteeksi käyttäen Androidin `JSONObject`-luokkaa (Google & OHA 2014b). Attribuuttitiedon tallentamiseksi käytettävät avaimet on määriteltävä sähköistä matkapäiväkirjaa ohjelmointikirjastona käyttävässä sovelluksessa.

Matkaan kuuluvat osamatkat on määritelty Java-luokassa TripLeg. Kukin osamatka sisältää viittaukset sijaintiin, josta se alkaa ja sijaintiin, johon se päättyy. Samoin kulkumuodontunnistuksista on tallennettu viittaukset osamatkan ensimmäiseen ja viimeiseen kulkumuodontunnistukseen. Nämä viittaukset on toteutettu tallentamalla vastaavat sijainti- ja kulkumuodontunnistuslistojen alkioden indeksit. Näin sijaintien ja kulkumuodontunnistusten läpikäyminen ja etsiminen listoista on tehokasta.

4.4.2 Pysyvä matkatietomalli

Pysyvä matkatietomalli kuvaa tietokantaan tallennettavan matkatiedon rakennetta ja se on esitetty kuvassa 9. Matkatieto tallennetaan MongoDB-tietokantaan sisäkkäisinä JSON ja GeoJSON-objekteina. Tietomalli sisältää kolme erilaista geometriatasoa, matkan, osamatkat ja reittipisteet, joiden avulla on jäsennetty erilaiset matkatietoon kuuluvat geometria- ja attribuuttitiedot. Geometriatasoja vastaavat avaimet JSON-objektissa ovat ”trip”, ”legs” ja ”points”.

Jokainen geometriatasoja edustavista aliobjekteista on GeoJSON-objekti. Matkaobjekti on Feature-tyyppinen ja osamatka- sekä reittipisteobjektit ovat FeatureCollection-tyyppisiä. Toisin sanoen matkaobjekti sisältää vain yhden kohteen ja osamatka- sekä

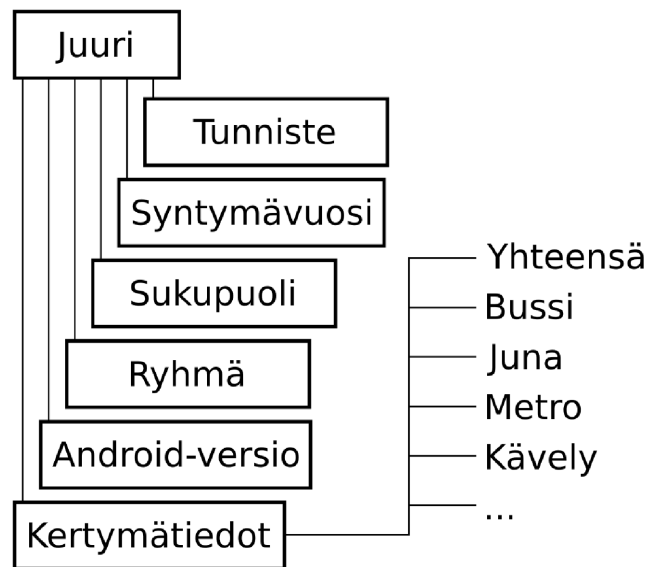


Kuva 9: Kaavio pysyvästä matkatietomallista

reittipisteobjektit sisältävät yhden tai useita kohteita sisältävän kokoelman. Mobiilisovellus muodostaa nämä objektit GeoJSON:n määritelmän mukaisesti ja niiden properties-avaimiin on liitetty kullekin geometriatasolle kuuluvat attribuuttitiedot.

4.4.3 Käyttäjätietomalli

Käyttäjätietomallin mukaisesti tallennetaan tarvittavat tiedot sähköisellä matkapäiväkirjalla tehtävän liikkumistutkimuksen osallistujista. Käyttäjätietomalli on esitetty kuvassa 10. Käyttäjätietomallin mukaisesti tietokantaan tallennetaan osallistujalta mobiilisovelluksen taustatietolomakkeella pyydytetyt taustatiedot sekä automaattisesti kerättäviä tietoja.



Kuva 10: Kaaviokuva käyttäjätietomallista.

Tässä työssä toteutetun järjestelmän keräämiä taustatietoja olivat osallistujan syntymävuosi, sukupuoli ja osallistujan ryhmä, joka sisältää vaihtoehdot eläkeläinen, työssäkäyvä, työtön, opiskelija ja lapsi. Automaattisesti kerättyihin tietoihin kuuluivat osallistujan mobiililaitteen Android-käyttöjärjestelmän versionumero, osallistujan yksilöivä laitekohtainen tunniste ja kertymätiedot osallistujan tekemistä matkoista. Kertymätietoihin kuuluu tiedot osallistujan matkustamista kilometreistä ja niihin käytetystä ajasta. Kertymätiedot tallennettiin erikseen kullekin kulkumuodolle sekä kokonaismäärinä kaikista kulkumuodoista ja mobiilisovellus päivittää tiedot aina kun uusi matka tallennetaan.

4.5 Järjestelmän toiminta

4.5.1 Toiminta matkan tallentamisen aikana

Sähköisen matkapäiväkirjan mobiilisovellus tallentaa matkan tiedot perustuen Android-mobiililaitteiden tarjoamaan toiminnallisuuteen, joka pystyy seuraamaan mobiililaitteen sijaintia ja laitteen käyttäjän kulkumuotoa automaattisesti mobiililaitteen sisältämän laitteiston avulla. Tässä luvussa kerrotaan mobiilisovelluksen toiminnasta pääpiirteissään esittelemällä aluksi Android API:n sisältämät mekanismit, joihin matkan tietojen tallentaminen perustuu ja kuvaamalla tämän jälkeen kulkumuodontunnistuksen toiminta luvussa 4.5.2 sekä julkisen liikenteen tunnistuksen toiminta luvussa 4.5.3.

Kun osallistuja ilmaisee mobiilisovellukselle matkan alkaneen painamalla aloituspainiketta, mobiilisovellus pyytää mobiililaitetta alkamaan tunnistaa sijaintinsa ja kulkumuotonsa säännöllisin väliajoin. Tämä tapahtuu mobiilisovelluksen luokassa *LoggingService* käyttämällä Android API:n luokkaa *LocationClient* sijaintitietojen pyytämiseen ja *ActivityRecognitionClient* kulkumuototietojen pyytämiseen. *LoggingService*-luokassa määritettiin uuden sijaintitiedon pyytämisen aikaväliksi 5 sekuntia ja uuden kulkumuototiedon pyytämisen aikaväliksi 15 sekuntia. Lisäksi sijaintitiedolle määritettiin kahden peräkkäisen sijainnin väliseksi etäisyydeksi vähintään 15 metriä.

LocationClient-luokkaa sijaintitiedon saamiseksi käytettäessä ei määritetä sijaintitiedon lähdettä, joten laitteisto voi selvittää sijainnin joko GPS-paikannuksen tai verkkopaikannuksen avulla. Voidaan kuitenkin määrittää, halutaanko saada tarkka sijaintitieto virrankulutuksen kustannuksella vai matala virrankulutus epätarkemman sijaintitiedon kustannuksella. Sähköisessä matkapäiväkirjassa tarkka sijaintitieto on tärkeämpää, joten tarkkuus on asetettu matalan virrankulutuksen edelle. Tämä tarkoittaa, että mobiililaitte todennäköisimmin määrittää sijaintinsa GPS-paikannuksella, mikäli se on mahdollista kyseisellä laitteella ja ajanhetkellä. (Google & OHA 2014c.)

Kun sekä kulkumuototiedon, että sijaintitiedon pyytäminen on käynnistetty, mobiilisovellus saa määritetyin, likimäärin säännöllisin aikavälein uusia havaittuja sijainti- ja kulkumuototietoja. Todelliset aikavälit voivat siis vaihdella. Sijaintitietojen kohdalla vaihtelu voi johtua paikannuksen epäonnistumisesta tai muista sovelluksista, jotka pyytävät sijaintitietoja samaan aikaan tiheämmillä aikaväleillä (Google & OHA 2014c). Kulku-

muototietojen kohdalla vaihtelu voi johtua vastaavasti muista sovelluksista tai siitä, että mobiililaitte tarvitsee käyttämistään sensoreista pidemmän näytteen tuottaakseen riittävän varman kulkumuototiedon (Google & OHA 2014d).

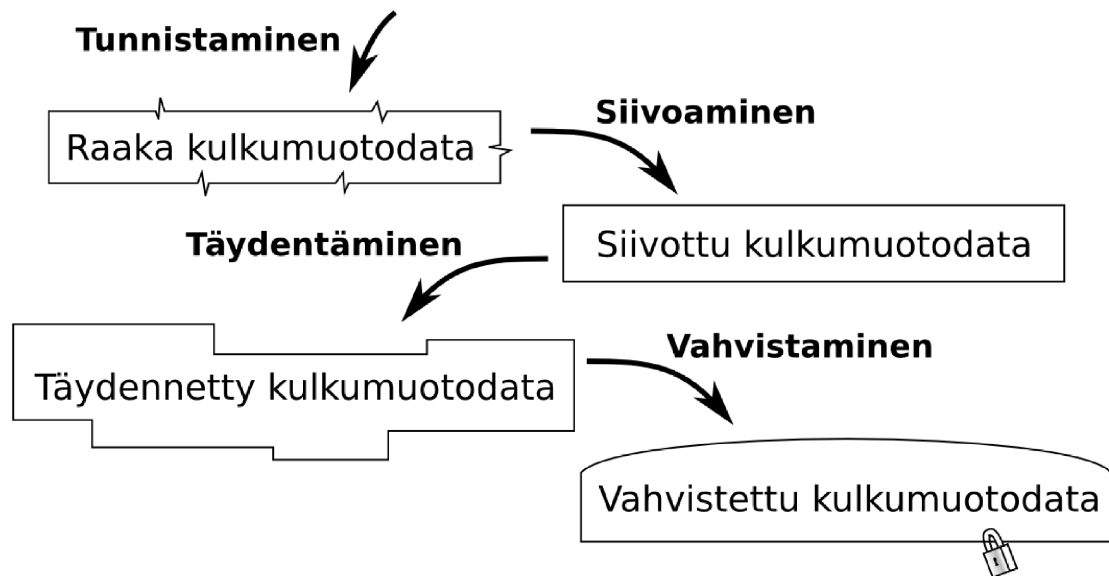
Matkan aikana mobiilisovellus ja sen toiminta ei vaadi osallistujan huomiota. Saapuesaan määränpäähensä, osallistujan on lopetettava matkan tallentaminen painamalla lopetuspainiketta. Tällöin kulkumuoto- ja sijaintitietojen pyytäminen mobiililaitteelta lopetetaan ja automaattisesti tunnistetut matkan osuudet näytetään osallistujalle listana mobiilisovelluksen käyttöliittymässä. Osallistuja korjaa käyttöliittymän avulla osuuksien virheelliset tiedot ja merkitsee listan asetusnapeilla (engl. check box) ne osuudet, joiden tiedot ovat lopulta oikein ja kuvaavat parhaiten osallistujan tekemän matkan kulkua. Tässä työssä käsitellyssä käyttökokeilussa osuuksien tietojen korjaaminen ohjeistettiin osallistujille lähetetyssä käyttökokeilun osallistujan ohjeessa (Liite 4). Lopuksi osallistuja vastaa matkan attribuuttitietoja koskeviin kysymyksiin ja painaa vahvistamispainiketta.

Kun osallistuja on vahvistanut matkaansa kuuluneiden osuuksien tiedot, niistä muodostetaan tietokantaan tallennettava dokumentti ja se lähetetään tietokannassa olevaan matkojen kokoelmaan. Tallennettava dokumentti on pysyvän matkatietomallin mukaista JSON-objektia esittävä merkkijono ja se lähetetään sellaisenaan tietokantaan, koska tietokannan palvelimella ei pystytä suorittamaan ohjelmakoodia tätä järjestelmää toteutettaessa solmitulla palvelusopimuksella. Tiedot siirretään lähettämällä HTTP Post -pyyntö tietokannan palveluntarjoajan REST-rajapintaan (ObjectLabs Corporation 2014).

4.5.2 Kulkumuodontunnistus

Matkan tallentamisen aikainen toiminta jakautuu neljään vaiheeseen, jotka ovat tunnistaminen, siivoaminen, täydentäminen ja vahvistaminen. Vaiheet on esitetty kuvassa 11. Tunnistamisvaiheessa raaka kulkumuotodata kerätään mobiililaitteelta ja siivoamisvaiheessa siitä pyritään poistamaan virheitä. Täydentämisvaiheessa kulkumuotodataa tarkennetaan julkisen liikenteen tunnistuksen avulla ja vahvistamisvaiheessa osallistujaa pyydetään tarkistamaan, korjaamaan ja hyväksymään tallennettavat kulkumuototiedot.

Tunnistamisvaiheessa raaka kulkumuototieto saadaan mobiililaitteelta ja sitä kerrytetään raaka'aksi kulkumuotodataksi mobiilisovelluksen ajonaikaiseen tietorakenteeseen. Tässä



Kuva 11: Mobiilisovelluksen toiminnan vaiheet matkan tallentamisen aikana.

vaiheessa tunnistetut kulkumuodot rajoittuvat Googlen kulkumuodontunnistukseen kuuluiin kulkumuotoihin, eli kävelyyn, polkupyöräilyyn ja moottoriajoneuvoon.

Siivoamisvaiheessa virheellisiä kulkumuototietoja sisältävästä raa'asta kulkumuotodatasta jalostetaan yhtenäisiä matkan osuuksia, joissa kulkumuoto on pysynyt samana. Kulkumuototietojen virheitä pyritään myös korjaamaan osuuksien havaituista nopeuksista muodostettujen histogrammien avulla. Siivoaminen suoritetaan aina kun mobiilisovellus havaitsee raa'an kulkumuotodatan perusteella kulkumuodon vaihtuneen. Uusia kulkumuotoja ei pystytä tunnistamaan siivousvaiheessa.

Täydentämisvaihe alkaa kun osallistuja on ilmaissut matkansa päättymisen painamalla tallentamisen lopettavaa painiketta. Tällöin mobiilisovellus täydentää siivottua kulkumuotodataa yrittämällä tunnistaa julkisen liikenteen käytön jokaisella moottoriajoneuvo- ja polkupyöräilyosuudella. Myös polkupyöräilyosuuksille suoritetaan julkisen liikenteen tunnistus, koska siivottuunkin kulkumuotodataan saattaa päätyä virheitä. Julkisen liikenteen tunnistus on kuvattu tarkemmin luvussa 4.5.3. Täydentämisvaiheen jälkeen automaattisesti tunnistettuihin kulkumuotoihin kuuluvat kävely, polkupyöräily, henkilöauto, raitiovaunu, metro, linja-auto, lähijuna ja Suomenlinnan lautta.

Vahvistamisvaiheessa automaattisesti tunnistetut matkan osuudet näytetään osallistujalle listana mobiilisovelluksen käyttöliittymässä ja osallistuja vahvistaa ja tarvittaessa korjaa

matkan osuuksien tiedot, kuten luvussa 4.5.1 on kuvattu. Tämän tuloksena muodostuu vahvistettu kulkumuotodata, joka on valmista tietokantaan tallennettavaksi. Tietokantaan tallennetaan osallistujan vahvistaman kulkumuototietojen lisäksi automaattisesti tunnistetut kulkumuototiedot.

4.5.3 Julkisen liikenteen tunnistus

Julkisen liikenteen tunnistus sähköisessä matkapäiväkirjassa suoritetaan kulkumuodon-tunnistuksen täydennysvaiheessa heti tallennettavan matkan päätyttyä. Tällöin osallistu-jan mobiililaite suorittaa jokaista automaattisesti tunnistettua moottoriajoneuvo- ja pol-kupyöräilyosuutta kohden julkisen liikenteen tunnistuksen. Tässä luvussa on kuvailtu julkisen liikenteen tunnistuksen toiminta.

Mobiilisovellus lähettää Reittiopas API -ohjelmointirajapintaan HTTP Get -pyynnön, johon vastauksena se saa julkisen liikenteen reittiopastuksen. Pyyntöön liitetään para-metreiksi käsiteltävän osuuden alku- ja loppusijaintien koordinaatit sekä osuuden alka-misaika. Vastauksena saatava reittiopastus sisältää tiedot osuuden päätesijaintien välillä ja osuuden matkustamisen aikaan kulkeneista julkisen liikenteen yhteyksistä. Reitti-opastukseen kuuluvista reittiehdotuksista valitaan tässä luvussa esitettävän päättelylogii-kan avulla se, joka parhaiten vastaa osallistujan käyttämää julkista liikennevälinettä. Jos mikään reittiehdotuksista ei vastaa riittävän hyvin osallistujan matkasta tunnistettua osuutta, osuus tunnistetaan henkilöautolla tai polkupyörällä matkustetuksi.

Pyynnössä voidaan määritellä vastauksessa palautettavaksi joko kolme tai viisi reittieh-dotusta. Sähköisessä matkapäiväkirjassa ehdotuksia pyydetään viisi. Kukaan näistä ehdo-tuksista pisteytetään siten, että alimman pistemäärän saanut reittiehdotus vastaa parhai-ten osallistujan käyttämää julkisen liikenteen reittiä. Huomioon otetaan vain ne reittieh-dotukset, joihin kuuluu täsmälleen yksi julkisen liikenteen kulkuväline, koska tässä työssä käytetyn osamatkan määritelmän mukaan osamatka on matkustettu kokonaan sa-malla kulkumuodolla ja liikennevälineellä.

Reittiehdotuksen pistemäärä p lasketaan kaavalla:

$$p = k_m \left(s_A + s_L + \frac{\Delta t_A + \Delta t_L}{1000} \right) ,$$

jossa s_A on matkan osuuden alkusijainnin ja reittiehdotuksen lähtöpysäkin sijainnin välinen etäisyys, s_L on matkan osuuden loppusijainnin ja reittiehdotuksen päätepysäkin sijainnin välinen etäisyys, Δt_A on matkan osuuden alkamisen ja reittiehdotuksen pysäkiltä lähdön välinen aika, Δt_A on matkan osuuden päättymisen ja reittiehdotuksen päätepysäkillä saapumisen välinen aika ja k_m on metron korjauskerroin. Kun reittiehdotuksen kulkumuoto on metro, $k_m=0.5$ ja muulloin $k_m=1$.

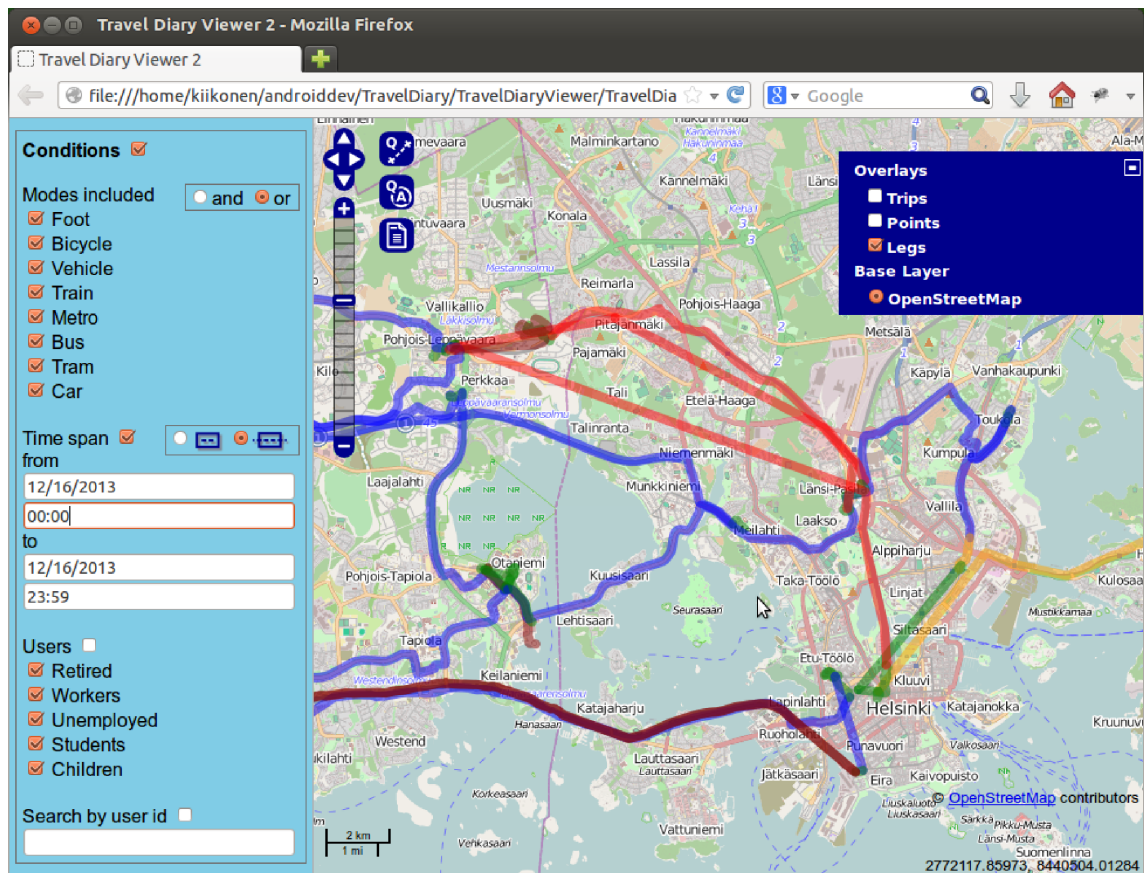
Julkisen liikenteen tiedoiksi valitaan tiedot siitä reittiehdotuksesta, jonka pistemäärä on pienin, jos se on pienempi kuin määritetty raja-arvo $p_{min}=400$. Jos minkään reittiehdotuksen pistemäärä ei ole tarpeeksi pieni ja siivousvaiheen jälkeinen kulkumuototieto on moottoriajoneuvo, asetetaan täydennetyksi kulkumuototiedoksi henkilöauto. Muussa tapauksessa täydennetyksi kulkumuototiedoksi asetetaan siivousvaiheen jälkeinen kulkumuototieto.

4.5.4 Selailusovelluksen toiminta

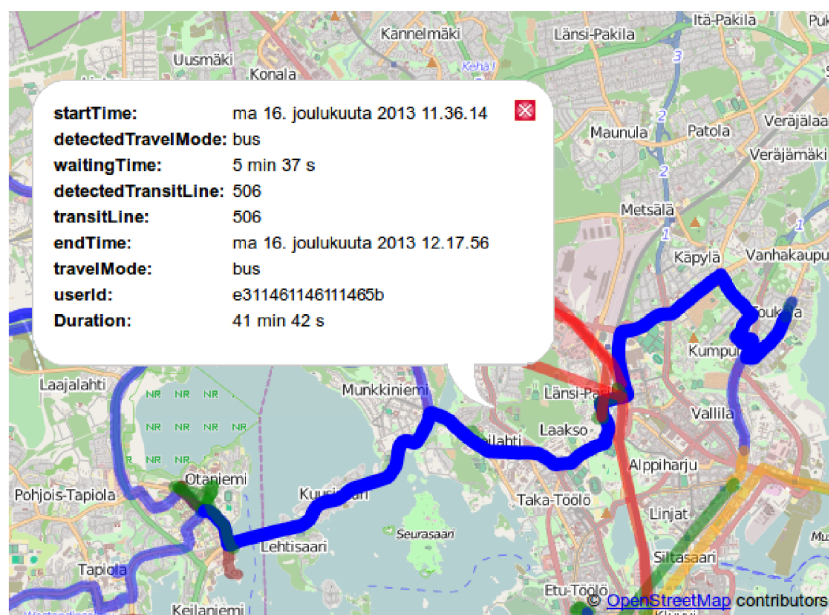
Sähköisen matkapäiväkirjan selailusovellus käynnistetään avaamalla siihen kuuluva kuvassa 12 esitetty HTML-sivu Internet-selaimella. Selailusovelluksen pääominaisuuksiin kuuluu matkatietojen noutaminen tietokannasta, noudettujen tietojen esittäminen kartalla ja raporttitoiminto. Käyttäjä pystyy suodattamaan tietokannasta noudettavia matkatietoja kyselyehtojen avulla. Kyselyehdot syötetään HTML-sivun vasemman laidan lomakkeeseen ja niiden avulla käyttäjä voi rajoittaa noudettavia matkoja ajankohdan, käytettyjen kulkumuotojen ja osallistujaryhmien perusteella. Käyttäjä voi rajoittaa matkatietoja myös piirtämällä kartalle viivan piirtotyökalulla. Tällöin selailusovellus noutaa tiedot vain niistä matkoista, joiden reitti ylittää käyttäjän piirtämän viivan. Matkatietojen noutamisen jälkeen ne piirretään selailusovelluksen karttanäkymään ja käyttäjä pystyy tarkastelemaan niitä suurentamalla, pienentämällä sekä liikuttelemalla karttanäkymää.

Käyttäjä voi asettaa matkatiedon geometriatasoja näkyviin ja piilottaa niitä oikealla ylhäällä olevilla valitsimilla. Yksittäisen matkan, osamatkan tai reittipisteen tiedot näkee tietolaatikossa painamalla hiirellä haluamaansa kohdetta kartalla. Osamatka ja reittipiste tietolaatikkoineen on esitetty kuvissa 13 ja 14.

Selailusovellukseen kuuluvalla raporttitoiminnolla käyttäjä voi luoda automaattisesti raportin noudetuista matkatietoista. Raportti sisältää oleellisia tietoja matkoista, kuten

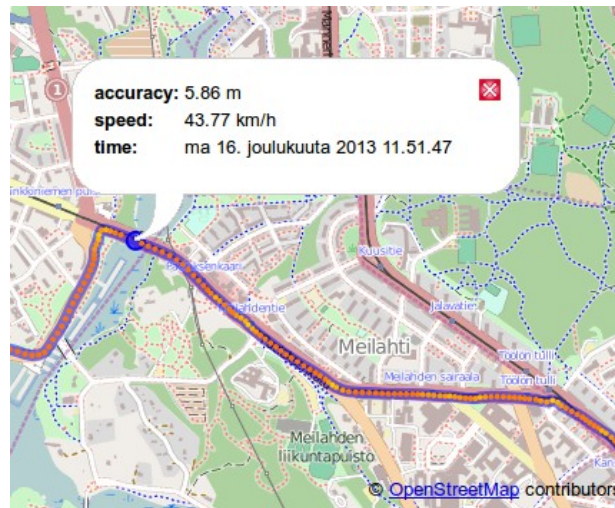


Kuva 12: Näkymä sähköisen matkapäiväkirjan selailusovelluksesta.



Kuva 13: Osamatkan attribuuttitiedot näyttävä tietolaatikko selailusovelluksessa.

matkojen määrän, yhteispituuden ja -keston, keskipituuden ja -keston, keskinopeuden, kulkumuotojakauman sekä automaattisen kulkumuodontunnistuksen ja julkisen liikenteen tunnistuksen luotettavuustietoja. Tämän raportin tietoja on käytetty myös tässä työssä järjestetyn käyttökokeilun tulosten muodostamisessa. Raportti käyttökokeilun ajalta on liitteessä 6.



Kuva 14: Reittipisteitä ja yhden reittipisteen tietolaatikko selailusovelluksessa.

5 Käyttökokeilu

5.1 Yleistietoa käyttökokeilusta

Tätä työtä varten järjestetyssä käyttökokeilussa kerättiin sähköistä matkapäiväkirjaa käyttäen tietoja kaikkiaan kahdeksan osallistujan tekemistä matkoista käyttökokeilun aikana 16.-22.12.2013. Käyttökokeilun aikana kerättyjen matkojen tiedoista muodostettu raportti on liitteessä 6. Matkoja tallennettiin 80 kappaletta, niiden yhteispituus oli noin 1400 km ja yhteiskesto noin 44 h. Täten keskimääräinen matkan pituus oli noin 17,8 km, keskimääräinen kesto noin 34 min ja keskimääräinen matkustusnopeus noin 31,6 km/h.

Osallistajat tekivät käyttökokeilun aikana yhteensä 91 osamatkaa, pois lukien kävellen kuljetut osamatkat, joita oli 126 kappaletta. Osamatkojen lukumäärän mukaan yleisin kulkumuoto oli linja-auto (45,1 %) ja toiseksi yleisin henkilöauto (42,9 %). Muiden kulkumuotojen osuudet olivat melko pienet. Yhtäkään osamatkaa ei kuljettu polkupyörällä tai raitiovaunulla.

5.2 Käyttökokeilun tulokset

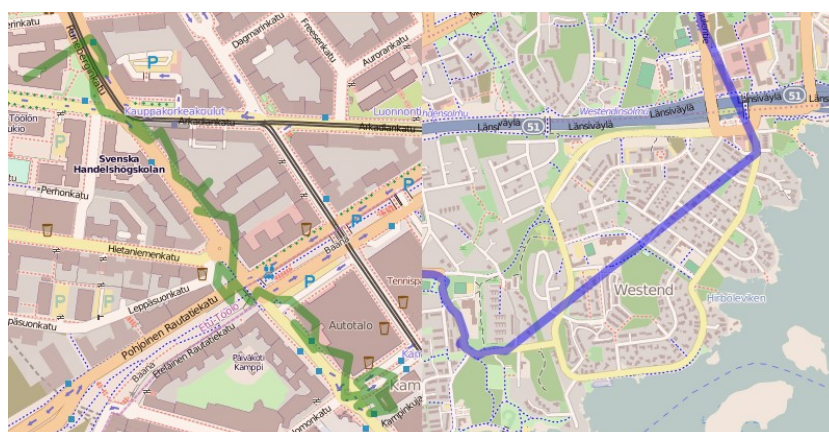
5.2.1 Sijaintivirheiden etsintä

Tässä luvussa esitellään tässä työssä suoritetun sähköisen matkapäiväkirjan järjestelmällä toteutetun käyttökokeilun tulokset. Tuloksia olivat käyttökokeilun aikana kerätty data ja palaute. Kerättyä dataa arvioitiin etsimällä karkeita sijaintivirheitä taustakarttaan vertaamalla ja vertailemalla automaattisesti tunnistettuja kulkumuototietoja osallistujien vahvistamiin kulkumuototietoihin. Palautetta käsiteltiin tekemällä yhteenveto palautteen sanallisista vastauksista ja taulukoimalla muut vastaukset.

Sijaintivirheiden etsinnän tuloksena löytyi kahden tyyppisiä virheitä: oikaisuvirheitä ja koukkausvirheitä. Oikaisuvirheissä reittipisteitä ei olla tunnistettu reitin jokaisessa kohdassa, jolloin matkan reitti on ns. oikaissut tunnistamatta jääneiden reittipisteiden ohi. Oikaisuvirheiden seurauksena matkan pituus tunnistetaan lyhyemmäksi kuin mitä se todellisuudessa oli. Koukkausvirheissä reittipisteitä ollaan tunnistettu liikaa jossain reitin osassa ja niissä on ollut häiriöistä johtuvaa hajontaa. Tämän seurauksena matkan pituus tunnistetaan pidemmäksi kuin mitä se todellisuudessa oli. Esimerkit kummastakin virhe-

tyypistä on esitetty kuvassa 15.

Etsittäessä sijaintivirheitä kirjattiin tiedot kunkin löydetyn virheen ajankohdasta, tyyppistä, sen tallentaneesta osallistujasta, vakavuudesta ja kulkumuodosta virheen tapahtumishetkellä. Osallistujasta kirjattiin tietokannassa oleva osallistujan yksilöivä tunnus. Vakavuutta arvioitiin silmämääräisesti asteikolla lievä, keskivakava ja vakava.



Kuva 15: Esimerkit koukkausvirheestä (vasen kuva) ja oikaisuvirheestä (oikea kuva).

Virheiden ja niiden vakavuuden havaittiin riippuvan vahvasti osallistujasta ja kulkumuodosta. Löydettyjen sijaintivirheiden lukumäärät kulkumuodon mukaan on esitetty taulukossa 3. Virheiden lukumäärät suhteutettiin osallistujien tallentamien osamatkojen kokonaismääriin, jotka on esitetty taulukossa 4. Tuloksista havaittiin, että eniten sijaintivirheitä tapahtui osamatkoilla, joilla kulkumuoto on ollut juna tai metro. Näillä kulku-

Taulukko 3: Karkeiden sijaintivirheiden lukumäärät kulkumuodon ja osallistujan mukaan. Virheprosentti on virheiden lukumäärän ja osamatkojen lukumäärän suhde.

	Bussi	Kävely	Juna	HA	Metro	Yhteensä
Osallistuja 1	8	14	0	2	0	24
Osallistuja 2	0	2	2	0	1	5
Osallistuja 3	0	2	0	0	0	2
Osallistuja 4	1	1	3	0	0	5
Osallistuja 5	1	0	0	1	5	7
Osallistuja 6	0	0	0	1	0	1
Yhteensä	10	19	5	4	6	44
Virhe-%	<i>24,4</i>	<i>15,1</i>	<i>100,0</i>	<i>10,3</i>	<i>100,0</i>	<i>20,3</i>

Taulukko 4: Kaikkien osallistujien tallentamien osamatkojen lukumäärät osallistujan ja kulkumuodon mukaan.

	Os. 1	Os. 2	Os. 3	Os. 4	Os. 5	Os. 6	Os. 7	Os. 8
Kävely	30	34	13	13	23	4	2	7
Polkupyörä	0	0	0	0	0	0	0	0
Linja-auto	12	16	6	2	4	0	1	0
Juna	0	2	0	3	0	0	0	0
Metro	0	1	0	0	5	0	0	0
Raitiovaunu	0	0	0	0	0	0	0	0
HA	5	0	0	7	19	4	0	4
Yhteensä	47	53	19	25	51	8	3	11

muodoilla kaikilla osamatkoilla ilmeni sijaintivirheitä. Muilla kulkumuodoilla virheiden määrä oli melko pieni.

Taulukossa 5 on esitetty sijaintivirheiden lukumäärät kulkumuodon ja virhetyypin mukaan. Tästä havaittiin, että kävellen kuljetuilla osamatkoilla koukkausvirhe oli hallitseva sijaintivirhetyyppi, kun taas muilla kulkumuodoilla hallitseva tyyppi oli oikaisuvirhe.

Taulukossa 6 on esitetty sijaintivirheiden lukumäärät kulkumuodon ja virheen vakavuuden mukaan. Tästä havaittiin, että bussilla, junalla ja metrolla kuljetuilla osamatkoilla sijaintivirheet painottuivat keskivakaviin virheisiin, kun taas kävellen ja henkilöautolla kuljetuilla osamatkoilla ne jakautuivat tasaisemmin. Henkilöautolla ja metrolla kulje-

Taulukko 5: Karkeiden sijaintivirheiden lukumäärät kulkumuodon ja virhetyypin mukaan.

	Bussi	Kävely	Juna	HA	Metro	Yhteensä
Oikaisu	7	1	4	3	6	21
Koukkaus	3	18	1	1	0	23

Taulukko 6: Karkeiden sijaintivirheiden lukumäärät kulkumuodon ja virheen vakavuuden mukaan.

	Bussi	Kävely	Juna	HA	Metro	Yhteensä
Lievä	2	6	1	2	1	12
Keskivakava	7	5	3	2	5	22
Vakava	1	8	1	0	0	10

tuilla osamatkoilla ei havaittu vakavia sijaintivirheitä.

Sijaintivirheiden lukumäärät osallistujan ja virheen vakavuuden mukaan on esitetty taulukossa 7. Tästä havaittiin, että yhdelle osallistujista kertyi poikkeuksellisen suuri määrä sijaintivirheitä. Taulukoissa 3 ja 7 olevat virheprosentit on laskettu kunkin osallistujan virheiden lukumäärän ja osamatkojen lukumäärän suhteena.

Taulukko 7: Karkeiden sijaintivirheiden lukumäärät osallistujan ja virheen vakavuuden mukaan. Virheprosentti on virheiden lukumäärän ja osamatkojen lukumäärän suhde.

	Os. 1	Os. 2	Os. 3	Os. 4	Os. 5	Os. 6	Os. 7	Os. 8	Yhteensä
Lievä	7	1	1	1	2	0	0	0	12
Keskivakava	11	2	1	2	5	1	0	0	22
Vakava	6	2	0	2	0	0	0	0	10
Yhteensä	24	5	2	5	7	1	0	0	44
Virhe-%	<i>51,1</i>	<i>9,4</i>	<i>10,5</i>	<i>20,0</i>	<i>13,7</i>	<i>12,5</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>20,3</i>

5.2.2 Kulkumuodontunnistuksen ja julkisen liikenteen tunnistuksen tarkkuus

Mobiilisovelluksen tallentamia automaattisesti tunnistettuja kulkumuototietoja verrattiin osallistujan vahvistamiin ja vertailun tulokset on esitetty taulukossa 8. Havaittiin, että automaattinen kulkumuodontunnistus oli tunnistanut 193:n osamatkan kulkumuodon oikein, mikä vastaa 89 % kaikista osamatkoista. Kulkumuoto oli tunnistettu väärin 24 kertaa, mikä vastaa 11 % kaikista osamatkoista. Yhteensä osamatkoja oli 217. Polkupyöräily ja raitiovaunu puuttuvat taulukoista, koska niillä tehtyjä osamatkoja ei ollut kerättyssä datassa. Vertailusta havaittiin, että juna oli kulkumuodoista suhteellisesti eniten väärin tunnistettu. Toisaalta junalla kuljettuja osamatkoja oli datassa melko vähän. Muut kulkumuodot oli tunnistettu oikein lähes kaikissa niillä kuljetuista osamatkoista.

Vastaavasti mobiilisovelluksen tallentamia automaattisesti tunnistettuja julkisen liikenteen linjatunnuksia verrattiin osallistujan vahvistamiin ja vertailun tulokset on esitetty taulukossa 9. Julkisen liikenteen linjatunnus tunnistettiin oikein 32 osamatkalla eli 62 % kaikista julkisella liikenteellä kuljetuista osamatkoista. Linjatunnus oli tunnistettu väärin neljällä osamatkalla, eli 8 % kaikista julkisella liikenteellä kuljetuista osamatkoista. Jul-

Taulukko 8: Taulukko automaattisesti tunnistettujen ja osallistujan vahvistamien kulkumuototietojen lukumääristä.

		Vahvistettu kulkumuoto				
		Kävely	Linja-auto	Juna	Metro	HA
Tunnistettu kulkumuoto	Kävely	123	0	1	0	1
	Polkupyörä	1	3	1	0	2
	Linja-auto	0	29	0	0	1
	Juna	0	0	1	0	0
	Metro	0	0	0	5	0
	Raitiovaunu	0	0	0	1	0
	HA	2	9	2	0	35

Taulukko 9: Taulukko automaattisesti tunnistettujen ja osallistujan vahvistamien julkisen liikenteen linjatunnusten lukumääristä.

		Vahvistettu julkinen liikenne			
		Linja-auto		Juna	Metro
Tunnistettu kulkumuoto	Linja-auto	26	3	-	-
	Juna	-	1	0	-
	Metro	-	-	5	0
	Raitiovaunu	-	-	-	-

vihreä = oikein tunnistettujen lukumäärä

punainen = väärin tunnistettujen lukumäärä

kisella liikenteellä kuljettu osamatka oli tunnistettu muuksi kuin julkisella liikenteellä kuljetuksi 16 osamatkalla, eli 31 % kaikista julkisella liikenteellä kuljetuista osamatkoista. Yhteensä julkisella liikenteellä kuljettuja osamatkoja oli 52.

5.2.3 Palaute

Palautteessa kerätyt sanallisten kysymysten vastaukset on lueteltu liitteessä 5. Muiden kysymysten vastaukset on esitetty taulukossa 10. Palautteessa kerättiin positiivisia ja negatiivisia kommentteja matkojen tallentamisesta sekä mobiilisovelluksen kehitysehdoituksia. Osallistajat olivat antaneet kommentteja mobiilisovelluksen käytöstä myös kirjoittamalla matkojen tietoihin kuuluvia kommentteja. Nämä kommentit ovat selailusovelluksen raporttitoiminnolla luodussa raportissa liitteessä 6. Palautteen positiivisissa

Taulukko 10: Taulukko kerätystä palautteesta. Palautteessa kysytyt kysymykset on lueteltu tarkemmin luvussa 3.2.

Palautekysymys	Os. 1	Os. 3	Os. 4	Os. 5	Os. 6	Os. 7	KA
Ohjeet luettu	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	
Ohjeet helppo ymmärtää	Kyllä	Kyllä	Kyllä	-	Kyllä	Kyllä	
Puuttuvien osamatkojen lkm.	3	1	2	3	2	0	1,83
Kulkumuodon tunnistusvirheiden lkm.	7	2	5	5	0	1	3,33
Julkisen liikenteen tunnistusvirheiden lkm.	7	0	1	1	0	1	1,67
Tallentaminen jätetty tahallaan	Ei	Ei	Ei	-	-	-	
Tallentaminen jätetty vahingossa	Kyllä	Ei	Kyllä	-	Kyllä	-	
Tallentamattomien matkojen lkm.	3	3	3	18	6	3	6
Sijaintivirhe-%	51,1	10,5	20,0	13,7	12,5	0,0	

kommenteissa keuhuttiin mobiilisovelluksen helppokäyttöisyyttä ja automaattisuutta. Kahden osallistujan mielestä oli kiinnostavaa saada tietää kuinka paljon oli itse matkustanut.

Negatiivisissa kommenteissa korostui se, että matkojen tallentamisen muistaminen oli vaikeaa osallistujille. Tästä oli mainittu myös kehitysehdotuksissa. Unohtamisen mainittiin myös heikentävän motivaatiota. Osallistujista kolme ilmoitti jättäneensä matkoja tallentamatta unohtamisen vuoksi, mutta kukaan ei ilmoittanut tehneensä sitä tarkoituksella. Yksi osallistuja ilmoitti ongelmista myös silloin, kun tallentamisen lopettaminen oli unohtunut.

Parannusehdotuksia annettiin välipysähdysten tunnistamisesta ja mobiilisovelluksen automaattisista toiminnoista. Osallistujan toistuvasti antamien vastausten ehdottaminen kysymyksiin tekisi matkojen tallentamisesta miellyttävämpää ja vähentäisi vastausten kirjoittamisen tarvetta varsinkin, kun kysymyksien vastaukset ovat usein samat. Lisäksi yhden osallistujan mukaan matkan jälkeen ei aina ollut riittävästi aikaa tarkistaa ja kirjoittaa tietoja. Osallistujat eivät olleet aina löytäneet matkan tarkoituksen ja kulkumuodon valinnan syyn vaihtoehtoista omaan matkaansa sopivaa.

Yksi osallistuja mainitsi kokeneensa verkkoyhteyteen liittyviä ongelmia, toinen ilmoitti mobiilisovelluksen kaatuneen useammin kuin joka toisella matkalla. Yksi osallistuja ilmoitti lisäksi tietojen korjaamisen olleen joskus vaikeaa, koska osuuksien vaihtumisajat

eivät tuntuneet oikeilta. Mobiilisovelluksen toiminnassa on siis edelleen virheitä, joiden seurauksena kaikkien matkojen tiedot eivät päädy tietokantaan. Tämä näkyy myös siinä, että palautetta antaneet osallistujat olivat arvioineet epäonnistuneensa tallentamaan keskimäärin kuusi matkaa käyttökokeilun aikana.

5.3 Käyttökokeilun yhteenveto

Käyttökokeilun tuloksista tarkasteltiin tallennetuissa matkoissa ilmenneitä sijaintivirheitä, kulkumuodontunnistuksen ja julkisen liikenteen tunnistuksen virheitä sekä kerättyä palautetta.

Sijaintivirheitä esiintyi poikkeuksellisen paljon junalla tai metrolla kuljetuilla osamatkoilla. Kulkumuodolla ei havaittu olevan merkittävää vaikutusta yksittäisten sijaintivirheiden vakavuuteen. Yhdelle osallistujasta (osallistuja 1) kertyi poikkeuksellisen paljon sijaintivirheitä. Samalla kuitenkin kahden osallistujan (osallistujat 7 ja 8) matkojen tiedoista niitä ei löydetty ollenkaan. Koukkausvirheet olivat hallitseva virhetyyppi kävelen kuljetuilla osamatkoilla. Toisaalta suuri osa kävelen kuljetuilla osamatkoilla tapahtuneista sijaintivirheistä tapahtui saman osallistujan (osallistuja 1) tekemillä matkoilla. Yleisesti voidaan kuitenkin todeta, että oikaisuvirheet olivat tyypillisempiä sijaintivirheitä kuin koukkausvirheet.

Käyttökokeilun aikana kulkumuoto oli tunnistettu väärin 11 % kaikista osamatkoista. Julkisella liikenteellä kuljetuista osamatkoista julkisen liikenteen linjatunnus oli tunnistettu väärin 8 % kaikista julkisella liikenteellä kuljetuista osamatkoista.

Palautteessa mobiilisovelluksen helppokäyttöisyyttä sekä automaattisia kulkumuodontunnistusta ja julkisen liikenteen tunnistusta oli keuhuttu. Osallistujia vaivanneista ongelmista esiin nousi voimakkaimmin matkojen tallentamisen unohtaminen.

6 Yhteenveto ja päätelmät

6.1 Yhteenveto

Tässä työssä esiteltiin sähköinen matkapäiväkirja, joka on uusi liikkumistutkimusten tiedonkeruumenetelmä. Työn tavoitteena oli selvittää vaatimuksia liikkumistutkimuksissa tarvittavalle datalle, sähköisessä matkapäiväkirjassa tarvittavia ominaisuuksia sekä sähköisen matkapäiväkirjan hyötyjä ja haittoja perinteisiin liikkumistutkimusten tiedonkeruumenetelmiin verrattuna.

Liikkumistutkimuksilla kerättävän tiedon avulla laaditaan liikennemalleja, joita käytetään liikenteen ja maankäytön suunnittelussa päätöksenteon tukena. Tässä työssä etsittiin tietoja Helsingin, Tampereen, Lahden, Jyväskylän ja Kuopion seudullisista liikennemalleista. Näissä malleissa tyypillistä oli, että ne pyrkivät kuvaamaan liikennejärjestelmässä tapahtuvien muutosten vaikutuksia liikennejärjestelmässä. Malleja varten tarvittava data on kerätty tyypillisesti matkapäiväkirjamuotoisilla henkilöliikennetutkimuksilla käyttäen perinteisiä menetelmiä, kuten puhelinhaastatteluita. Moderneja aktiviteettimalleja ei ole vielä laadittu Suomessa, mutta niiden käytöstä on jo kokemuksia muualla maailmassa.

Joukkoistaminen on organisaatiossa aiemmin tehtyjen tehtävien ulkoistamista suurelle joukolle avoimella kutsulla. Joukkoistamista on käytetty muun muassa liiketoiminnassa ja asukkaiden osallistamisessa julkishallinnon päätöksentekoprosessiin. Työssä tarkastellussa joukkoistamista käsittelevässä kirjallisuudessa on selvitetty joukkoistamisesta saatuja kokemuksia, joukkoistamisen muotoja ja motivoinnin keinoja joukkoistamishankkeissa. Tässä työssä toteutetun sähköisen matkapäiväkirjan avulla tutkittiin joukkoistamisen periaatteiden soveltamista liikkumistutkimuksissa.

Sähköisellä matkapäiväkirjalla kerätty tieto on paljon yksityiskohtaisempaa kuin mitä tarvitaan perinteisten liikennemallien laatimiseen. Aktiviteettimallienkin tarpeet pystytään täyttämään keräämällä tarvittavat tiedot attribuuttitietoina. Sähköinen matkapäiväkirja ei sovellu korvaamaan aikaisempia tiedonkeruumenetelmiä, mutta sillä voidaan täydentää niitä. Menetelmä mahdollistaa erilliset yksityiskohtaiset liikkumiskäyttäytymisen tarkastelut pienillä kustannuksilla ja sille tulisikin kehittää uusia käyttötarkoituksia.

Sähköisen matkapäiväkirjan soveltuvuutta liikkumistutkimusten tiedonkeruumenetelmäksi arvioitiin aiheesta julkaistuun kirjallisuuteen perustuen ja suorittamalla tässä työssä toteutetulla järjestelmällä käyttökokeilu, jossa valitut osallistujat tallensivat käyttökokeilun aikana tekemiensä matkojen tiedot sähköisen matkapäiväkirjan mobiilisovellusta käyttäen. Tarkastellun kirjallisuuden ja kerätyn datan perusteella pääteltiin, että sähköisen matkapäiväkirjan suurimmat kehityskohteet ovat osallistujien motivoinnin parantaminen, uusien käyttötapojen kehittäminen ja mobiilisovelluksen automaattisen toiminnan lisääminen, johon kuuluu kulkumuodontunnistuksen luotettavuuden parantaminen. Lisäksi havaittiin, että kerätyn datan sijaintitarkkuus riippuu osallistujan toiminnasta, liikkumistottumuksista, mobiililaitteesta tai näiden yhteisvaikutuksesta, mihin tulee kiinnittää huomiota järjestelmän jatkokehityksessä.

6.2 Päätelmät

Tässä luvussa esitellään tarkastellun kirjallisuuden, työssä toteutetun järjestelmän kehitystyön aikaisten kokemusten ja järjestetyn käyttökokeilun tulosten pohjalta tehdyt päätelmät ja vastataan tutkimuskysymyksiin. Aluksi esitellään liikkumistutkimuksien tarvitseman datan vaatimukset. Seuraavaksi eritellään sähköiseltä matkapäiväkirjalta vaadittavat ominaisuudet. Lopuksi pohditaan sähköisen matkapäiväkirjan hyötyjä ja haittoja verrattuna perinteisiin liikkumistutkimusten tiedonkeruumenetelmiin.

Liikkumistutkimuksia tarkastelemalla havaittiin, että niissä tarvittava data sisältää tyypillisesti matkapäiväkirjojen avulla kerätyt tiedot kaikista liikkumistutkimusten vastaajien tekemistä matkoista satunnaisesti valitun tutkimuspäivän aikana. Kerätylle tiedolle suunnitellusta käytöstä riippuen kerätään attribuuttitietoja, joita ovat mm. vastaajien sosioekonomiset taustatiedot. Nämä vaatimukset täyttävää dataa pystyttiin keräämään myös sähköisellä matkapäiväkirjalla. Perinteisten liikennemallien tarvitsemassa matkapäiväkirjadatasta on tyypillisesti lähes kaikki aktiviteettimallienkin tarvitsema tieto. Joissain aktiviteettimalleissa tarvitaan lisäksi tiedot vastaajien ilmoittamien aktiviteettien tärkeysjärjestyksestä. Sähköistä matkapäiväkirjaa käytettäessä tämän kaltaiset dataan kohdistuvat erikoistarpeet voidaan täyttää attribuuttitietoja keräämällä. Aktiviteettimallien odotetaan yleistyvän, sillä niillä pystytään kuvaamaan liikennettä todennukaisemmin kuin perinteisillä malleilla.

Sähköisen matkapäiväkirjan tärkeimpiä ominaisuuksia on tiedonkeruun mahdollisim-

man pitkälle viety automaattinen toiminta. Sitä varten tarvitaan riittävän tarkka ja luotettava paikannus ja kulkumuotojen sekä julkisen liikenteen automaattinen tunnistus mobiilisovelluksessa. Tämä kävi selkeästi ilmi käyttökokeilun aikana tallennettujen matkojen kommenteista ja kerätystä palautteesta. Käyttökokeilun aikana havaittiin sekä sijaintivirheitä, että virheellisiä automaattisesti tunnistettuja tietoja. Seuraavaksi esitellään havaituista virheistä tehdyt päätelmät.

Sijaintivirheitä esiintyi poikkeuksellisen paljon junalla tai metrolla kuljetuilla osamatkoilla. Tämä selittyy sillä, että junissa ja metroissa GPS-signaali on tyypillisesti heikko tai se menetetään kokonaan. Kun signaali kadotetaan, reittipisteitä ei pystytä tunnistamaan ennen kuin signaali on saatu takaisin, minkä seurauksena syntyy oikaisuvirhe. Tämä selittää myös sen, että junalla tai metrolla kuljetuilla osamatkoilla oikaisuvirhe on hallitseva sijaintivirhetyyppi. Muilla kulkumuodoilla sijaintivirheiden aiheuttamat ongelmat olivat pieniä.

Merkittävin sijaintivirheitä tarkastelemalla tehty havainto oli, että yhdelle osallistujista (osallistuja 1) kertyi poikkeuksellisen paljon sijaintivirheitä. Samalla kuitenkin kahden osallistujan (osallistujat 7 ja 8) matkojen tiedoista niitä ei löydetty ollenkaan. Tästä voidaan päätellä, että sijaintivirheiden määrä riippuu voimakkaasti osallistujan toiminnasta, henkilökohtaisista liikkumistottumuksista, mobiililaitteesta tai näiden yhteisvaikutuksesta. Päätelmää vahvistaa se, että osallistujan 1 kulkumuotovalinnat olivat hyvin samanlaiset kuin osallistujan 2, mutta osallistujan 2 osamatkoilla tapahtui paljon vähemmän sijaintivirheitä. Tämän seurauksena joillakin osallistujista matkojen pituudet saateen tunnistaa todellista pidemmiksi ja toisilla todellista lyhyemmiksi.

Koukkausvirheet olivat hallitseva virhetyyppi kävellen kuljetuilla osamatkoilla. Toisaalta suuri osa kävellen kuljetuilla osamatkoilla tapahtuneista sijaintivirheistä tapahtui saman osallistujan (osallistuja 1) tekemillä matkoilla. Tarkasteltujen sijaintivirheiden perusteella ei siis voida tehdä päätelmiä kulkumuodon vaikutuksesta hallitsevaan sijaintivirhetyyppiin. Sen sijaan yleisesti voidaan todeta, että oikaisuvirheet ovat tyypillisempiä sijaintivirheitä kuin koukkausvirheet. Tästä johtuen sähköisellä matkapäiväkirjalla mitatut matkojen pituudet ovat keskimäärin lyhyempiä kuin mitä matkat todellisuudessa ovat olleet.

Käyttökokeilun aikana kulkumuoto oli tunnistettu väärin 11 % kaikista osamatkoista.

Julkisella liikenteellä kuljetuista osamatkoista julkisen liikenteen linjatunnus oli tunnistettu väärin 8 % kaikista julkisella liikenteellä kuljetuista osamatkoista. Nämä tulokset eivät kuitenkaan ole täysin merkitseviä, koska käyttökokeilun aikana yhtään osamatkaa ei kuljetettu polkupyörällä eikä raitiovaunulla. Lisäksi junalla ja metrolla kuljettuja osamatkoja tehtiin käyttökokeilun aikana melko vähän.

Tässä työssä toteutettu järjestelmä vaatii yleistä ohjelmointivirheiden korjausta. Käyttökokeilun palautteesta kävi ilmi, että joillakin osallistujista mobiilisovelluksen toiminta oli ollut epävakaa tai verkkoyhteydessä oli ollut ongelmia. Tähän syynä voivat olla samat ajoittaiset tiedonsiirron ongelmat, joita havaittiin jo kehitystyön aikana. Myös kulkumuodontunnistuksen useat virheet metrolla ja erityisesti junalla kuljetuilla osamatkoilla viittaavat ohjelmointivirheisiin. Virheiden korjaaminen on tärkeää, koska ne voivat aiheuttaa kulkumuodontunnistuksen epäluotettavuuden lisäksi osittaiskatoa tutkimuksen tuloksiin.

Toinen tärkeä sähköisen matkapäiväkirjan ominaisuus on helppo räätälöitävyys ja hyödynnettävyys uusissa liikkumistutkimuksessa. Tässä työssä tämä ominaisuus toteutettiin käyttämällä mobiilisovelluksen toteutuksessa MVC-arkkitehtuuria, jossa käyttöliittymä on eriytetty muusta ohjelmistosta. Tällöin uutta liikkumistutkimusta varten luodaan käyttöliittymäksi uusi mobiilisovellus, jossa tutkimuksessa kysyttävät attribuuttitiedot ja tarvittava vuorovaikutus osallistujan kanssa on helppo määrittää. Tiedonkeruun suorittava toiminnallisuus pystytään hyödyntämään käyttämällä tässä työssä luotua ohjelmakoodia ohjelmistokirjastona uudessa mobiilisovelluksessa.

Sähköisellä matkapäiväkirjalla kerättyä tietoa on lisäksi pystyttävä hyödyntämään helposti ja joustavasti liikenteen ja maankäytön suunnittelussa. Tässä työssä tiedon tallentamiseen on käytetty avoimen lähdekoodin tekniikoita, jotka mahdollistavat tiedon hyödyntämisen ilman kolmansien osapuolien luomia ohjelmistoja. Lisäksi tietojen vienti muihin ohjelmistoihin onnistuu yleisesti tuettuja tiedostomuotoja käyttämällä. Karttapohjainen selailusovellus on hyödyllinen kerätyn tiedon nopeassa tarkastelussa.

Sähköisen matkapäiväkirjan hyötyjä perinteisiin tiedonkeruumenetelmiin nähden ovat pienemmän mittausvirheen saavuttaminen, yksityiskohtaisemman tiedon kerääminen ja suurenkin tietomäärän keräämisen matalat kustannukset. Matkojen pituus- ja kestotietoihin ei pääse osallistujan virheellisistä arvioista johtuvia vaihtelevan suuruisia mittaus-

virheitä. Järjestelmä toimii liikkumistutkimuksen tekijän kannalta hyvin automaattisesti ja käsin tehtävän työn määrä on pieni. Tämän seurauksena aiempaa laajempia tutkimuksia on mahdollista toteuttaa aiempaa useammin.

Kaikilla liikkumistutkimusten tiedonkeruumenetelmillä on kuitenkin omat vaikutuksensa liikkumistutkimuksen otoksen vääristymiseen. Myös sähköisen matkapäiväkirjan menetelmällä voidaan odottaa olevan otosta vääristävä vaikutus, sillä sähköisellä matkapäiväkirjalla toteutettuun liikkumistutkimukseen voivat osallistua vain ne otokseen valitut, jotka omistavat soveltuvan mobiililaitteen. Vaikka Android-mobiililaitteet ovat kasvattaneet osuuttaan kaikista käytössä olevista mobiililaitteista, yhteen alustaan rajoittuva järjestelmä rajoittaa merkittävästi mahdollisten osallistujien joukkoa.

6.3 Jatkotutkimus ja -kehitys

Tässä työssä esitetään sähköiseen matkapäiväkirjaan liittyvän jatkokehityksen ja tutkimuksen kohteiksi osallistujien motivoinnin parantamista, uusien käyttötapojen kehittämistä ja automaattisen toiminnan lisäämistä. Viimeksi mainitun saavuttamisessa on tärkeää kulkumuodontunnistuksen luotettavuuden kehittäminen ja ohjelmointivirheiden korjaaminen.

Osallistujien motivoinnin parantamiseksi sähköisellä matkapäiväkirjalla tehtävissä liikkumistutkimuksissa hyvä keino voisi olla sosiaalisen läsnäolon tunteen kasvattaminen mobiilisovelluksessa. Tämä tunne voisi tulla ylläpitäjän, toisten osallistujien tai näiden molempien läsnäolosta ja vuorovaikutuksesta esimerkiksi integroimalla kaupunkisuunnittelun palautteenkeruun ja asukkaiden osallistamisen kanava mobiilisovellukseen. Liikkumistutkimuksien tekeminen muistuttaa ominaisuuksiltaan enemmän kevyttä kuin raskasta vertaistuotantoa, mistä johtuen osallistujien luottamuksen säilymisestä liikkumistutkimuksen tekijätahoon pitää kuitenkin huolehtia tarkasti.

Osallistujia voidaan motivoida myös palkitsemalla heitä tietojensa luovuttamisesta. Palkkion ei kuitenkaan tule olla julkisen liikenteen lippu, eikä sen suuruuden tule määräytyä tallennettujen matkojen mukaan, jotta kerättävään dataan ei aiheutuisi vääristymää palkitsemisen seurauksena.

Koska sähköisellä matkapäiväkirjalla kerätty tieto on paljon yksityiskohtaisempaa kuin liikkumistutkimusten ja liikennemallien tarvitsema tieto, olisi sähköisellä matkapäivä-

kirjalla kerätylle datalle kehitettävä uusia käyttötapoja. Näin liikenteen ja maankäytön suunnittelussa voitaisiin hyötyä enemmän tiedon yksityiskohtaisuudesta.

Yleisiä ohjelmointivirheitä tulee etsiä ja korjata jatkokehityksessä. Mikäli virheitä ei pystytä korjaamaan, tulevat väärin tunnistetut kulkumuototiedot ja julkisen liikenteen tiedot kasvattamaan vastausrasitusta ja epäonnistuneet tiedonsiirrot heikentämään kerätävän tiedon täydellisyyttä. Yleisen ohjelmointivirheiden korjaamisen tarpeen paljastaa myös se, että metrolla kuljetut osamatkat oli tunnistettu oikein useammin kuin junalla kuljetut, vaikka junalla kuljetuista osamatkoista pystyttiin tyypillisesti tunnistamaan enemmän reittipisteitä.

Verkkoyhteyden ongelmat voitaisiin kiertää toteuttamalla julkisen liikenteen tunnistus käyttämällä Reittiopas API -rajapinnan sijaan HSL:n avoimeen dataan kuuluvaa dumppitiedostoa. Tällöin verkkoyhteyttä tarvittaisiin vain dumppitiedoston päivittämiseen yksi tai kaksi kertaa viikossa. Julkisen liikenteen tunnistuksen toimintaperiaate on merkittävästi erilainen dumppitiedostoa käytettäessä, joten rajapintaa käyttävän menetelmän säilyttämistä ohjelmakoodissa tulisi kuitenkin harkita.

Käyttökokeilun aikana kerätyn palautteen perusteella tässä työssä toteutettu sähköisen matkapäiväkirjan järjestelmä vaatii jatkokehitystä ollakseen täysin käyttökelpoinen liikkumistutkimuksen menetelmä. Osallistujan näkökulmasta mobiilisovelluksen automaattisen toiminnan vieminen pidemmälle laskisi osallistumiseen liittyvää vastausrasitusta ja liikkumistutkimuksen tekijän näkökulmasta se vähentäisi tallentamisen unohtamisesta johtuvaa vastauskatoa. Matkan alkamisen ja päättymisen automaattisesti tunnistavan toiminnallisuuden toteuttaminen olisi ratkaisu tähän.

Matkan alkamisen automaattista tunnistamista suunniteltiin järjestelmää kehitettäessä, mutta sen toteuttaminen havaittiin haastavaksi. Havaittiin, että GPS tarvitsee hyvin toimiakseen hyvän kiinnityksen satelliitteihin. Riittävän hyvä kiinnitys saavutetaan vain havaitsemalla satelliitteja paikoillaan ollessa riittävän kauan. Mobiililaitteissa tyypillinen A-GPS-tekniikka lyhentää kiinnitykseen kuluvaan aikaa, mutta ei poista sitä kokonaan. Näistä syistä matkan alkaminen täytyy tunnistaa jo ennen kuin osallistuja on lähtenyt matkaan. Muuten matkasta ei voida tunnistaa korkealaatuisia reittipisteitä GPS:n avulla. Kehitystyön yhteydessä havaittiin, että erityisesti mobiililaitteen havaitsemat nopeudet olivat epätarkkoja ja matkan alun reittipisteitä ei pystytty aina tunnistamaan, mi-

käli hyvää kiinnitystä satelliitteihin ei oltu saavutettu. Kuitenkin jo pelkästä tallentamisen aloittamisesta sisätiloissa ennen lähtöä seurasi riittävän hyvä kiinnitys satelliitteihin. Toinen mahdollinen ratkaisu olisi pelkän verkkopaikannuksen käyttäminen sähköisessä matkapäiväkirjassa, minkä seurauksena kerättävän tiedon sijaintitarkkuus olisi merkittävästi huonompi.

Automaattisen toiminnan avulla mobiilisovellus pystyisi tallentamaan mobiililaitteen muistiin useiden osallistujan tekemien matkojen tiedot kerralla ja osallistuja voisi tarkistaa ja vahvistaa tiedot myöhemmin kun ehtii. Näin pystyttäisiin ratkaisemaan myös välipysähdysten tunnistamisen ongelma, eikä mobiilisovellus vaatisi osallistujan huomiota hektisissä lähtö- ja saapumistilanteissa. Jatkokehityksessä on muistettava, että matkan alkamisen automaattinen tunnistaminen saattaa lisätä mobiililaitteen virrankulutusta. Matkojen tallentamista voitaisiin sujuvoittaa myös toteuttamalla käyttäjän toistuvat liikkumistottumukset oppiva toiminnallisuus, joka täyttää matkojen attribuuttitietoja automaattisesti osallistujan aiemmin syöttämien tietojen perusteella.

Sähköisen matkapäiväkirjan käyttäminen liikkumistutkimuksen menetelmänä aiheuttaa sillä tehtävän tutkimuksen otokseen vääristymän. Myös tämän vääristymän suuruutta ja vaikutuksia tulisi tutkia sähköisen matkapäiväkirjan asianmukaisen käytön varmistamiseksi.

Lähdeluettelo

- Aitamurto, T. 2012. Joukkoistaminen demokratiassa: Poliittisen päätöksenteon uusi aika. Helsinki: Eduskunta, Tulevaisuusvaliokunta. s. 46. ISBN: 978-951-53-3457-2, ISBN: 978-951-53-3458-9.
- Arentze, T. & Timmermans, H. 2004. A learning-based transportation oriented simulation system. *Transportation Research Part B*, vol. 38. s. 613-633. ISSN: 0191-2615.
- Bowman, J. & Ben-Akiva, M. 2000. Activity-based disaggregate travel demand model system with activity schedules. *Transportation Research Part A*, vol. 35:1. s. 1-28. ISSN: 0965-8564.
- Brabham, D. 2009. Crowdsourcing the Public Participation Process for Planning Projects. *Planning theory*, vol. 8:3. s. 242-262. ISSN: 1473-0952.
- Buschmann, F. & Meunier, R. & Sommerlad, P. & Stal, M. 1996. *Pattern-Oriented Software Architecture : A System of Patterns*. Chichester, Yhdistynyt Kuningaskunta: John Wiley & Sons. s. 457. ISBN: 0-471-95869-7.
- Calabrese, F. & Diao, M. & Di Lorenzo, G. & Ferreira, J. & Ratti, C. 2013. Understanding individual mobility patterns from urban sensing data: A mobile phone trace example. *Transportation Research Part C*, vol. 26. s. 301-313. ISSN: 0968-090X.
- Crick, B. & Lockyer, A. 2010. *Active citizenship: What it could achieve and how*. Edinburgh, Yhdistynyt Kansakunta: Edinburgh University Press. s. 221. ISBN: 978-0-7486-3866-6, ISBN: 978-0-7486-3867-3.
- Department of Defense 2007. DoD Permanently Discontinues Procurement Of Global Positioning System Selective Availability.
<http://www.defense.gov/releases/release.aspx?releaseid=11335> Viitattu: 11.2.2014.
- Garrison, D. & Anderson, T. 2003. *E-learning in the 21st Century: A Framework for Research and Practice*. New York, USA: RoutledgeFalmer. s. 184. ISBN: 020-31660-9-4, ISBN: 978-020-31660-9-3.

- Gautam, R. 2012. Ruby and MongoDB Web Development Beginner's Guide. Birmingham, Yhdistynyt Kuningaskunta: Packt Publishing. s. 332. ISBN: 978-1-84951-502-3.
- Google Inc. & OHA 2014a. ActivityRecognitionClient, Android Developers. <http://developer.android.com/reference/com/google/android/gms/location/ActivityRecognitionClient.html> Viitattu: 17.3.2014.
- Google Inc. & OHA 2014b. JSONObject, Android developers. <http://developer.android.com/reference/org/json/JSONObject.html> Viitattu: 1.4.2014.
- Google Inc. & OHA 2014c. LocationRequest, Android developers. <http://developer.android.com/reference/com/google/android/gms/location/LocationRequest.html> Viitattu: 4.4.2014.
- Google Inc. & OHA 2014d. ActivityRecognitionClient, Android developers. <http://developer.android.com/reference/com/google/android/gms/location/ActivityRecognitionClient.html> Viitattu: 4.4.2014.
- Haukkala, T. 2011. Monipaikkaisuus - ilmiö ja tulevaisuus. Sitran selvityksiä 54, Suomen itsenäisyyden juhlarahasto. s. 56. ISBN: 978-951-563-770-3, ISBN: 978-951-563-771-0.
- Haythornthwaite, C. 2009. Crowds and Communities: Light and Heavyweight Models of Peer Production. Proceedings of the 42nd Annual Hawaii International Conference on System Sciences HICSS 2009. Manoa, Havaiji. IEEE.
- Hintikka, S. 2006. Vaikutusten arvioinnin kehittäminen seudullisessa liikennemallissa. Tutkimusraportti 61, Tampereen teknillinen yliopisto. Liikenne- ja kuljetustekniikan laitos. s. 139. ISBN: 952-15-1551-1.
- Hjerpe, R. & Honkatukia, J. 2005. Liikenne osana yhteiskuntaa. Ojala, K. RIL 165-1 Liikenne ja väylät I. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. s. 21-36. ISBN: 951-758-459-8.
- Horn, S. 2009. JavaScript Programmer's Reference. Indianapolis, IN, USA: John Wiley & Sons. s. 1035. ISBN: 978-0-470-34472-9.

- Howe, J. 2006a. Crowdsourcing: A Definition.
http://crowdsourcing.typepad.com/cs/2006/06/crowdsourcing_a.html Viitattu: 27.9.2013.
- Howe, J. 2006b. The Rise of Crowdsourcing.
http://www.wired.com/wired/archive/14.06/crowds_pr.html Viitattu: 27.9.2013.
- HRI 2014a. HRI-palvelu. <http://www.hri.fi/fi/hri-projekti/> Viitattu: 17.3.2014.
- HRI 2014b. HSL:n joukkoliikennedata. <http://www.hri.fi/fi/ajankohtaista/datan-avaaminen/hsln-joukkoliikennedata/> Viitattu: 17.3.2014.
- HSL 2011. Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikenne-ennustemallit 2010. HSL:n julkaisuja, HSL Helsingin seudun liikenne. s. 224. ISBN: 978-952-253-124-7, ISBN: 978-952-253-125-4.
- HSL 2012. Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelma, HLJ 2015 -puiteohjelma. HSL:n julkaisuja, HSL Helsingin seudun liikenne. s. 47. ISBN: 978-952-253-169-8.
- HSL 2014a. Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä, Perussopimus.
https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/hsl_perussopimus.pdf Viitattu: 18.3.2014.
- HSL 2014b. Open data, HTTP Get Interface, version 2.
<http://developer.reittiopas.fi/pages/en/http-get-interface-version-2.php> Viitattu: 27.3.2014.
- HSL 2014c. Open data - Kalkati.net, XML database dump.
<http://developer.reittiopas.fi/pages/en/kalkati.net-xml-database-dump.php> Viitattu: 27.3.2014.
- HSL 2014d. Liikkumistutkimus 2014, Tarjouspyyntö.
http://www.hankintailmoitukset.fi/fi/notice/attachment/209337/Liikkumistutkimus2014_Tarjouspyynto.pdf Viitattu: 1.4.2014.
- HSL 2014e. Liikkumistutkimus 2014, Alustava työohjelma.
http://www.hankintailmoitukset.fi/fi/notice/attachment/209338/Liikkumistutkimus2014_Liite1_Tyoohjelma.pdf Viitattu: 1.4.2014.

- Hägerstrand, T. 1970. What about people in regional science? Papers in Regional Science, vol. 24:1. s. 7-24. ISSN: 1435-5957.
- Ilkkanen, P. & Räsänen J. & Touru, T. 2012. Matka- ja kuljetusketjujen palvelutaso. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 7/2012, Liikennevirasto, liikennejärjestelmätoimiala. s. 42. ISBN: 978-952-255-115-3.
- Jones, P. 1979. New approaches to understanding travel behaviour: the human activity approach. Hensher, D. & Stopher, P. Behavioural Travel Modelling. Lontoo: Croom Helm. s. 55-80. ISBN: 978-0856648199.
- Jyväskylän kaupunki & Laukaan kunta & Muuramen kunta & Keski-Suomen ELY-keskus & Keski-Suomen liitto 2010. Jyväskylän seudun liikennemalli ja tieverkkotarkastelut.
http://www.jyvaskyla.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/jyvaskyla/embeds/jyvaskylawwwstructure/44485_JYSELI_Tieverkkotarkastelut_Liikennemalli_b.pdf Viitattu: 10.3.2014.
- Jääskeläinen, S. 2005. Liikenteen ympäristövaikutukset. Ojala, K. RIL 165-1 Liikenne ja väylät I. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. s. 160-164. ISBN: 951-758-459-8.
- Kalenoja, H. & Keränen, M. 2012. Kuopion alueen liikennemalli 2012. Tutkimusraportti 80, Liikenteen tutkimuskeskus Verne. s. 79. ISBN: 978-952-15-2861-3, ISBN: 978-952-15-2862-0.
- Kielikone Oy 2014. MOT Tietotekniikan liiton ATK-sanakirja <http://www.kielikone.fi> Viitattu: 18.4.2014.
- Kurri, J. & Karasmaa, N. 1999. Tutkimusmenetelmän vaikutus henkilöliikennetutkimuksen luotettavuuteen. Liikenneministeriön mietintöjä ja muistioita B 1/99, Liikenneministeriö. s. 66. ISBN: 951-723-523-2.
- Kurri, J. & Karasmaa, N. & Luttinen, R. T. & Ojala, J. 2005. Liikennetutkimukset ja -ennusteet. Ojala, K. RIL 165-1 Liikenne ja väylät I. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. s. 211-268. ISBN: 951-758-459-8.

- Kyttä, M. & Broberg, A. & Tzoulas, T. & Snabb, K. 2013. Towards contextually sensitive urban densification: Location-based softGIS knowledge revealing perceived residential environmental quality. *Landscape and Urban Planning*, vol. 113. s. 30-46. ISSN: 0169-2046.
- Liikennevirasto 2011. Liikenneväylien hankearvioinnin yleisohje. Liikenneviraston ohjeita 14/2011, Liikennevirasto. s. 78. ISBN: 978-952-255-693-6.
- Liikennevirasto 2013. Julkisen liikenteen sanasto. Liikenneviraston oppaita 4/2013, Liikennevirasto. s. 59. ISBN: 978-952-255-345-4.
- Milette, G. & Stroud, A. 2012. Professional Android Sensor Programming. Somerset, NJ, USA: John Wiley & Sons. s. 556. ISBN: 978-1-118-18348-9, ISBN: 978-1-118-22745-9, ISBN: 978-1-118-24045-8, ISBN: 978-1-118-26505-5.
- Nelson, J. & Mulley, C. 2013. The impact of the application of new technology on public transport service provision and the passenger experience: A focus on implementation in Australia *Research in Transportation Economics*, vol. 39. s. 300-308. ISSN: 0739-8859.
- Niinikoski, M. & Haapamäki, T. & Berg, I 2011. Lahden seudun liikennemalli. http://www.paijathame.fi/easydata/customers/paijathame/files/ph_liitto/tehtavat/liikennejarjesteImasuunni/lahden_seudun_liikennemalli.pdf Viitattu: 10.3.2014.
- ObjectLabs Corporation 2014. REST API for MongoDB. <http://docs.mongolab.com/restapi/> Viitattu: 4.4.2014.
- Ortuzar, J. & Willumsen, L. 2011. Activity Based Models. Ortuzar, J. & Willumsen, L. *Modelling Transport*. Yhdistynyt Kuningaskunta: John Wiley & Sons. s. 473-487. ISBN: 978-0-470-76039-0.
- Parantainen, J. 2005. Liikennejärjestelmän piirteitä. Ojala, K. RIL 165-1 Liikenne ja väylät I. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. s. 39-40. ISBN: 951-758-459-8.
- Perez, A. 2012. OpenLayers Cookbook. Birmingham, Yhdistynyt Kuningaskunta: Packt Publishing. s. 300. ISBN: 978-1-84951-784-3.

- Poikola, A. & Korhonen, J. 2014. Fillarikanava + navigaattori. <http://fillarikanava.fi/>
Viitattu: 16.4.2014.
- Poutanen, M. 1998. GPS-paikanmääritys. Helsinki: Tähtitieteellinen yhdistys Ursa. s. 269. ISBN: 951-9269-89-4.
- Rantala, A. 2009. Kulutavanpäättelyalgoritmit GPS-aineistosta Diplomityö.
Teknillinen korkeakoulu, Insinööritieteiden ja arkkitehtuurin tiedekunta.
Espoo. 127 s.
- Reto, M. 2012. Professional Android 4 Application Development, 3rd Edition.
Indianapolis, IN, USA: John Wiley & Sons. s. 868. ISBN: 978-1-118-10227-5, ISBN: 978-1-118-22385-7, ISBN: 978-1-118-23722-9, ISBN: 978-1-118-26215-3.
- Roorda, M. & Carrasco, J. & Miller, E. 2009. An integrated model of vehicle transactions, activity scheduling and mode choice. Transportation Research Part B, vol. 43. s. 217-229. ISSN: 0191-2615.
- Rubin, A. 2007. Where's my Gphone? <http://googleblog.blogspot.fi/2007/11/wheres-my-gphone.html> Viitattu: 8.2.2014.
- Rundell, E. 2013. Matkaketjut liikennejärjestelmäsuunnitelman laadinnassa.
Diplomityö. Aalto-yliopisto, Yhdyskunta- ja ympäristötekniikka. Espoo. 80 s.
- Sadalage, P. & Fowler, M. 2012. NoSQL Distilled: A Brief Guide to the Emerging World of Polyglot Persistence. Indiana, USA: Addison-Wesley Professional. s. 192. ISBN: 0-321-82662-0, ISBN: 978-0-321-82662-6, ISBN: 0-13-303613-8, ISBN: 978-0-13-303613-8.
- Short, J. & Williams, E. & Christie, B. 1976. The Social Psychology of Telecommunications. Lontoo, Yhdistynyt Kuningaskunta: Wiley. s. 195. ISBN: 0-471-01581-4.
- Sieber, R. 2006. Public Participation Geographic Information Systems: A Literature Review and Framework. Annals of the Association of American Geographers, vol. 96:3. s. 491-507. ISSN: 0004-5608, ISSN: 1467-8306.

- Tanttu, A. 2005. Suunnittelun tasot ja suunnittelujärjestelmä. Ojala, K. RIL 165-1 Liikenne ja väylät I. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. s. 101-116. ISBN: 951-758-459-8.
- The White House 2000. Statement by the president regarding the United States' decision to stop degrading global positioning system accuracy.
http://clinton3.nara.gov/WH/EOP/OSTP/html/0053_2.html Viitattu: 11.2.2014.
- Tiikkaja, H. 2011. Internet-tutkimuksen soveltuvuus henkilöliikennetutkimukseen Liikenneministeriön mietintöjä ja muistioita B 1/99, Liikenteen tutkimuskeskus Verne, Tampereen teknillinen yliopisto. s. 117. ISBN: 978-952-15-2734-0.
- TØI. 2012. Fra A til B (via C). Reiseelementer, enkeltreiser og reisekjeder. TØI rapport 1199/2012, Transportøkonomisk institutt. s. 33. ISBN: 978-82-480-1327-3, ISBN 978-82-480-1326-6, ISSN 0808-1190.
- Van Diggelen, F. 2009. A-GPS : Assisted GPS, GNSS, and SBAS. Norwood, MA, USA: Artech House. s. 399. ISBN: 978-1-59693-374-3.
- Westra, E. 2010. Python Geospatial Development. Birmingham, Yhdistynyt Kuningaskunta: Packt Publishing. s. 508. ISBN: 978-1-849511-54-4.
- YLE Uutiset 2014. Merkitse risteys karttaan: missä olit jäädä auton alle?
http://yle.fi/uutiset/merkitse_risteys_karttaan_missa_olit_jaada_auton_alle/7042073 Viitattu: 16.4.2014.

Liite 1: LITU 2008 -tutkimuksessa käytetty matkapäiväkirjalomake ohjeineen.

1. Kuinka monta matkaa teitte tutkimuspäivänä (klo 04.00 lähtien ja seuraavaan aamuun klo 03.59 mennessä)? _____ matkaa

Muistakaa myös kävelymatkat ja paluumatkat.

2. Millaisesta paikasta aloititte päivän ensimmäisen matkan? _____

Lähtöpaikan tyyppi _____
Esim. koti tai työpaikka, vaihtoehtoja lisää takakannessa.

3. Mikä oli päivän ensimmäisen matkan lähtöpaikan osoite? _____

Lähtöosoite _____
Käupungin hosi tai vastaava _____
Kunta _____

Yrittäkää merkitä osoite mahdollisimman tarkasti.

[illegible]

KU	I	II	III	IV	V
os	kaikki	matkanne	eivät	mahdu	tälle lomakeelle, jatkakaa erilliselle paperille

Esimerkkejä lähtöpaikka- ja määräpaikkavaihtoehtoista Päivän ensimmäisen lähtöpaikan ja määräpaikkojen tyyppi. Haastattelija auttaa oikean luokan löytämisessä.	
1. onaloto (vakiinainen asunto)	12. asuinpaikka (parvi, tornisto, lätkä jne.)
2. muu asunto	13. ravintola, lounaspaikka tai vastaa
3. oma työpaikka	14. liikunta tai ulkoilu
4. toinen oma työpaikka	15. kulttuuripaikka tai muu hui- tai juhlallisuuden järjestä
5. oma kotona opetus, vierasto tai vastaa	16. mspäikkä
6. onan työhön liittyvä asuinpaikka	17. vierailupaikka (okulidien, ystäven tai tutuksen luona)
7. pysäköintipaikka henkilön tai tavaroiden noutamis- tallatamisesta varten (esimerkiksi asenta tai puiston työ- paikka)	18. mökki
8. päiväkotipaikka	19. hotelli, motelli tai muu tilapäinen yöpymispaikka
9. päivittäistavarojen ostopaikka	20. muu kohde
10. kauppa- tai palvelus	
11. muu ostopaikka	

Esimerkkejä matkan tarkoituksenvaihtoehtoista Matkan pääsääntöinen sy. Haastattelija auttaa oikean luokan löytämisessä.	
1. työmatka (yhteisä kodin ja työpaikan välillä)	8. toisen henkilön kylväminen
2. vapaa (yhteisä työnantajan maksama työhön liittyvä mat- ka)	9. liikunta tai ulkoilu
3. opiskelukulumat/lapsen oma matka päiväkotipaik- kaan	10. kulttuuritapahtuma tai huijallisuus
4. päivittäistavarojen osti	11. vierailu tai sosiaalinen kanssakäyminen
5. muu ostomatkä	12. tarraus- tai muu matkalla
6. asointi	13. matkailu
7. lounasruokailu/rauhinohjelma	14. vapaa-ajan ajelu
	15. mokemätkä
	16. muu vapaa-ajan matkä

Esimerkkejä kulkutapavaihtoehtoista	
1. kävely, juoksu, polkupyörä, pyörä- tuoli, rullatuoli, rullakäsi, rullakäsi, rull- käsi, ym	7. linja-auto lähiliikenne (myös palve- tu linja- ja kulkutus)
2. polkupyörä	8. koulukulkutus
3. henkilöautolla kulkeminen	9. linja-auto kaukoliikenne
4. henkilöautolla matkustajana	10. linja-auto, tilausajo
5. pakettiauto, kulkijajana	11. metro
6. pakettiauto, matkustajana	12. raitiovaunu
	13. lähiliikenneluna
	14. kaukoliikenneluna
	15. taks, invotaksi
	16. lentokone, helikopteri
	17. motoripyörä
	18. mopoti, mopoti
	19. motorikone, moikijä
	20. vesiliikenne
	21. kuorma-auto, traktori/työkone
	22. muu kulkutapa

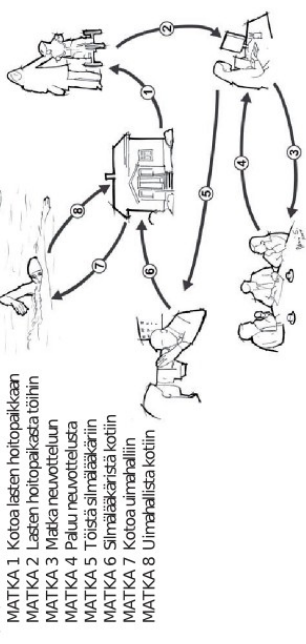
JOS KULJITTE HENKILÖ- TAI PAKETTIAUTOLLA Pysäköintimaksuvaihtoehdot	
1. maksuon kertamaksu	
2. maksuon kulkumaksu	
3. maksuon maksuon kulkemalla	
4. työntekijä maksaa	
5. pysäköintimaksu ei perity maksua	
6. maksuon pysäköintimaksuon	
7. muu maksutapa	
8. en osaa sanoa	

Pyydämme Teitä merkitsemään tähän MATKAPÄI- VÄKIRJAAN kaikki tutkimuspäivän matkat.

OHIJATTA

Matka on siirtymistä kävelien tai jollakin kulkuneuvolla paikasta toiseen. Matkoja ovat esim. esim. meno kotoa töihin, paluumatka töistä kotiin, kauppaan meno, paluumatka kaupasta kotiin, työpai-
kasta kokoukseen meno. Pienet poikkeukset esim. kioskille eivät katkaise matkaa.

Esimerkki:



AMMATTIMAISESTI LIIKKUVAT (kuten autonkuljettajat, taksinkuljettajat, postinkantajat tms.) merkitsevät matkansa vain niillä osin, kun matkat eivät ole työajalla tapahtuvia ammatin liittyviä matkoja. Matka työpaikalle ja työpaikalta tulee kuitenkin merkitä.

TUTKIMUSVUOROKAUSI alkaa aamulla klo 4.00 ja päättyy seuraavana aamuna klo 3.59. Tei-
dän osallenne tuleva tutkimusvuorokausi on merkitty saatokirjeseen. Kirjoittakaa lomakkeeseen
muistiin siis ne matkat, jotka teette tutkimusvuorokaudeksi määritellyn viikonpäivänä.

MATKAT merkitään myös sinä ajalliseksi järjestyksessä, kuin ne on tehty tutkimusvuorokauden ai-
kana.

Muistakaa, että useimpiin matkoihin sisältyy kävelyosuus.

Liite 2: Käyttökokeilun osallistujille lähetetty aloituskirje.

Terve, käyttökokeilun osallistuja!

The message in English in the end!

Kiitos osallistumisestasi sähköisen matkapäiväkirjan käyttökokeiluun! Sähköiseen matkapäiväkirjaan kuuluvaa Android-sovellusta, tietokantaa ja selailusovellusta on nyt kehitetty kesästä asti ja ensi maanantaina on aika käynnistää käyttökokeilu. Käyttökokeilun tarkoitus on testata järjestelmän toimintaa aiempaa suuremmalla käyttäjäjoukolla ja kerätä havaintoja sen kaikkien osien toiminnasta. Alla käytännön ohjeet toimintaan käyttökokeilua ennen ja sen aikana. Tämän sähköpostin liitteenä on lisäksi pdf-muotoinen osallistujan ohje, jossa on esitetty tiivistettynä matkojen tallentamisessa huomioitavat asiat.

Asenna sovellus tässä sähköpostissa liitteenä olevasta APK-paketista (ModeLogger.apk). Huom! Ennen asentamista sinun on sallittava sovellusten asentaminen ulkopuolisista lähteistä laitteesi turvallisuusasetuksista! Varmista myös, että puhelimessasi tai tabletissasi on Androidin versio 3.0 tai uudempi! Helpoiten asennus käy laitteesi sähköpostisovelluksen kautta. Asenna sovellus mieluiten saman tien. Jos asennuksessa on ongelmia, ilmoita minulle GMail-osoitteesi, niin lähetän paketin siihen. Tällöin asennuksen pitäisi onnistua GMail-sovelluksen kautta.

Sovelluksen käyttö ja käyttökokeiluun osallistuminen vaatii mobiilidatan käyttöä. Varmista, että liittymääsi kuuluu mobiilidata ja tarkista tiedonsiirron hinnoittelu liittymässäsi.

Käyttökokeilu pidetään viikolla 51 (16.-22.12.2013) alkaen maanantaista. Varmista, että käytät sovellusta jokaisella matkallasi tuona aikana osallistujan ohjeen mukaisesti! Sovelluksen käyttö on vaivatonta ja sen toiminta pitkälle automatisoitu.

Sovelluksen aloitusnäkyssä voit seurata matkan ja ajan kertymätietoja omasta matkustuskäyttäytymisestäsi kulkumuodoittain (kävely, polkupyörä, bussi, metro, ratikka, juna, henkilöauto). Sovelluksen käytön muistaminen on helpompaa, kun otat sen osaksi tavanomaista matkustusrutiiniasi heti ensimmäisestä päivästä lähtien. Halutessasi voit myös aloittaa käytön jo ennen käyttökokeilun alkua.

Tuottamasi tieto on hyvin hyödyllistä, joten kiitos panoksestasi! Sovelluksen käytöstä kerätään käyttökokeilun jälkeen lyhyt palaute. Kuittaathan saaneesi tämän viestin, kiitos!

-Hannes Keskikiikonen, Aalto ENG, Liikennelaboratorio

Hello, test use participant!

Thank you for taking part in the test use period of the electronic travel diary! The Android application, database and browsing application, belonging to the travel diary system, have been developed now from the last summer and next monday, it's time to start the test use period. The purpose of the test use period is to test the functioning of the system with a larger number of users than before and to observe the performance of it's parts. Below, you can find practical instructions in how to participate before and during the test use period. Additionally, there's a Participants Guide attached in this email, where you can find the simple guidelines for recording your trips.

Install the application from the APK-package (ModeLogger.apk), attached in this email. Note! Before you install, you must allow the installation of apps from unknown sources! Also make sure that you have Android 3.0 or newer in your phone or tablet! The installation should be easiest by using the email application of your device. Please, install the application straight away. If you encounter problems while installing, please send me your GMail address and I will send the package to it. After that, the installation should succeed by using the GMail app.

Mobile data is required for using the application and taking part in the test use period. Please check your mobile data plan!

The test use period is held on week 51 (16.-22.12.2013), beginning on Monday. Make sure that on all your trips during that period, you use the application according to the Participant's Guide! Using the application is easy and the functionalities are mainly automated.

In the main view of the application, you can observe cumulative information about your own travelling behaviour by different travel modes (walking, bicycling, bus, metro, tram, train, private car). You can make it easier for you to remember the use of the ap-

plication by taking it as a part of your travelling routines from the very first day. If you like, you can always use the application even before the test use period.

The information you produce is truly useful, so thank you for your effort on participating! A short feedback will be gathered after the test use period. Please, answer this message to inform me that you have received the instructions!

-Hannes Keskikiikonen, Aalto ENG, Transportation laboratory

Liite 3: Käyttökokeilun palautteen keruusta kertova kirje.

Terve, sähköisen matkapäiväkirjan osallistujat!

Nyt matkapäiväkirjasovelluksen käyttökokeilun ja joulun lomien jälkeen on aika kerätä vielä palaute sähköiseen matkapäiväkirjatutkimukseen osallistumisesta. Palaute kerätään nimettömästi siten, että palautteen ja käyttökokeilun aikana kerätyt tiedot voidaan liittää toisiinsa. Suoria tunnistus- tai henkilötietoja ei kuitenkaan kerätä palautteessaan.

Palautetta hyödynnetään diplomityössäni sähköisen matkapäiväkirjan arvioimiseen liikumistutkimuksen menetelmänä. Palautteen kerääminen päättyy 15.1.2014.

Palautteen antaminen tapahtuu matkapäiväkirjasovelluksen uudella versiolla, joka on tämän viestin liitteenä. Uusi versio asennetaan samalla tavalla kuin ensimmäinen ja se korvaa vanhan version. Uuden version asentamisen jälkeen päänäkylässä on painike, joka avaa palautelomakkeen. Lomakkeessa on 11 kysymystä. Lomake lähetetään alareunan painikkeella.

Voit muokata antamaasi palautetta jälkikäteen, kuitenkin ennen palautteen keräämisen päättymistä. Keskeneräisen lomakkeen tiedot tallennetaan laitteeseen, joten kaikkea palautetta ei tarvitse täyttää kerralla.

Kiitos vielä palautteestanne ja suuret kiitokset osallistumisesta käyttökokeiluun!

-Hannes Keskikiikonen, Aalto ENG, Liikennelaboratorio

Hello, participants of the electronic travel diary test use period!

Now, when the test use period and the Christmas holidays are over, it's time to collect some feedback about the electronic travel diary. The feedback will be collected with anonymity so, that the feedback data is connected with the other data collected during the test use period. Personal information will not be collected in the feedback.

The feedback is used in my master's thesis for measuring the applicability of the electronic travel diary as a method of transport studies. Feedback will be collected until 15.1.2014.

Feedback can be given by using the new version of the travel diary application, which is attached in this email. Installation is done the same way as with the old version. In the main view of the new version, there's a button, which opens the feedback form. There's 11 questions in the form and it will be submitted by pressing the button in the bottom of the form.

You can edit and resend your feedback, but only during the time when the feedback is collected. The feedback entries on an unfinished feedback form are saved on the device, so you don't have to write all feedback at once.

Thank you for giving feedback and again, thank you very much for taking part in the test use period!

-Hannes Keskikiikonen, Aalto ENG, Transportation laboratory

Hannes Keskiikonen, BSc
Aalto University, Espoo
Transportation engineering laboratory

ModeLogger – Electronic Travel Diary

Participant's Guide

Osallistujan ohjeet



In English:

This is a guide for the participants of a travel diary survey conducted by using the electronic travel diary application ModeLogger. It is essential for the quality of the gathered data, that the participant of the survey follows these instructions while recording trips. Names of the participating persons or any other information for connecting the gathered data to a certain person will not be recorded at any point with the ModeLogger application.

Note! Important! Recording trips by using the ModeLogger application requires the use of mobile data! Before participating in a survey, check the mobile data plan of your device to avoid unexpected charges caused by transferring data!

Recording trips is easy and doesn't require plenty of time from you. Recording one trip consists of three steps, which require your activity:

1. Start recording
2. Stop recording
3. Check and confirm the results

When participating in a survey, you must also fill in your user information in the user information view by

pressing the user information icon shown on the right.

If the application ends up in an error situation and gets stopped unexpectedly, your trip information may be lost. This kind of losses do not necessarily result from your actions, and you should continue recording your upcoming trips despite the error.



Thank you for reading these short instructions and following them while participating in the survey!

1. Start recording

When you begin a trip, open the ModeLogger application and press **"Start recording"**. When you start a new trip, consider the following:

- **Start recording a short while before you depart.** For example, before you put your jacket on. No more than 15 seconds is required. The important thing is, that you are not traveling already, when you start the recording.
- **Walking** to your car or public transit stop is considered as a part of the trip.
- Make sure, that you have **mobile data (3G, etc.) enabled** and **wireless communications (WiFi) disabled** in your device. This will be checked by the application also.
- During your trip, **memorize the line numbers** of the public transport lines you used.

2. Stop recording

When you have reached the destination of your trip, stop the recording by pressing **"Stop recording"**. After that, the application will stop the automatic recording and after a short while, the confirmation view shows up.

Please, remember to stop the recording relatively soon, as you arrive to your destination! Moving around in your destination might produce confusing trip parts to your trip data.

ModeLogger

Start recording

Your traveling behavior:

Total: 12,8 km | 0,6 h

Private car: 6,8 km | 0,2 h

Tram: 2,2 km | 0,2 h

Metro: 2,6 km | 0,1 h

Foot: 1,2 km | 0,3 h

Development version, 4.12.2013

Confirmation

1. Edit and choose the legs to be confirmed

<input type="checkbox"/>	16:44-16:53	0:09	car
<input checked="" type="checkbox"/>	16:54-16:58	0:04	foot
<input checked="" type="checkbox"/>	16:58-17:02	0:03	metro
<input checked="" type="checkbox"/>	17:02-17:05	0:02	foot
<input checked="" type="checkbox"/>	17:05-17:14	0:09	tram 8
<input checked="" type="checkbox"/>	17:14-17:22	0:08	foot

Check all

2. Fill in the additional information

Trip purpose --

Comment

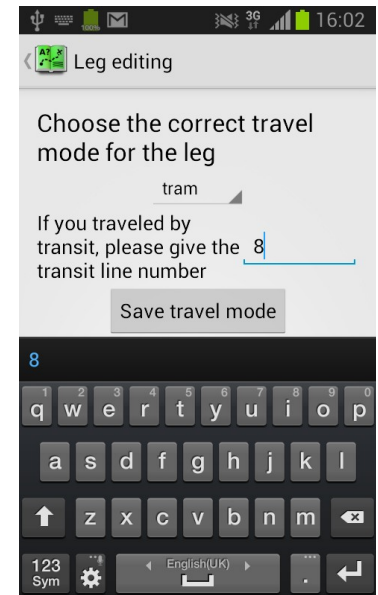
Confirm chosen

3. Check and confirm the results

In the confirmation view, the trip data detected automatically by the application is shown. In this final stage, you must check that the information is correct and correct it, if it's not. Consider the following guidelines:

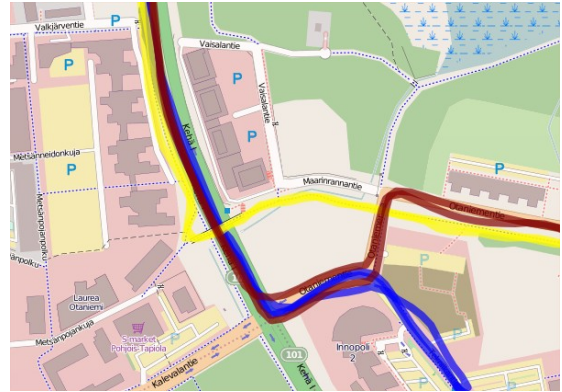
- The parts of your trip are listed in the top of the view. **Check the information of the detected parts. If needed, correct the parts so, that they describe your trip.** Choose the parts, that describe your trip the best, by checking the corresponding check boxes on the left hand side.
- Make sure, that the **travel modes** of each part you checked, are correct. In case of an incorrect travel mode, press the mode name and an editing view will be opened.
 - For each public transit part, check also that **the transit line number** is correct!
- **Don't check trip parts, which are unnecessary in describing your trip!** For example, if there are multiple consecutive foot parts in the list, check only one of them. The application will stretch the parts so, that empty gaps are not left between them.

Fill in also the additional information concerning your trip. When you're done, just press **"Confirm chosen"**, and your trip data will be sent to the database. After sending the data you can close the application.



Nice to know:

- You can observe your traveling behavior in the main view. The application collects cumulative information about the travel modes you use and presents them as a list.
- The gathered data can be analyzed for the purposes of transportation planning by browsing it and by computing statistical summaries of it. In the picture on the right, some trip routes traveled by different travel modes are shown.



Suomeksi:

Tämä on sähköisellä matkapäiväkirjasovelluksella (ModeLogger) tehtävän liikennetutkimuksen osallistujan opas. Näiden ohjeiden noudattaminen on tärkeää tutkimuksessa kerättävän tiedon laadun kannalta. Sovelluksella ei kerätä osallistujien nimiä tai mitään muita osallistujan henkilöllisyyden tunnistamiseen tarvittavia tietoja.

Huomio! Tärkeää! Matkojen tallentaminen ModeLogger-sovelluksella vaatii mobiilidatan käyttöä! Ennen kuin osallistut sovelluksella tehtävään tutkimukseen, tarkista laitteeseesi kytketyn liittymän tiedonsiirtohinnat yllättävien tiedonsiirtomaksujen välttämiseksi!

Matkojen tallentaminen sovelluksella on helppoa eikä vaadi sinulta paljon aikaa. Tallentamiseen kuuluu kolme vaihetta, jotka vaativat huomiotasi:

1. Tallentamisen aloittaminen
2. Tallentamisen lopettaminen
3. Matkan tietojen tarkistaminen ja vahvistaminen

Osallistuessasi sovelluksella tehtävään tutkimukseen, sinun tulee syöttää käyttäjätietosi painamalla käyttäjätietojen kuvaketta (oikealla).



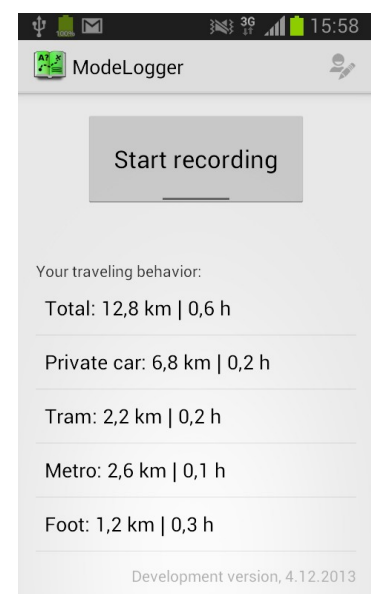
Mikäli sovellus ajautuu virhetilanteeseen ja kaatuu yllättäen, matkasi tiedot saatetaan menettää. Tällaiset menetykset eivät johdu sinusta ja virhetilanteesta huolimatta voit jatkaa tulevien matkojesi tallentamista.

Kiitos, että luet nämä lyhyet ohjeet ja tallennat matkojesi tiedot niiden mukaan tutkimuksen ajan!

1. Tallentamisen aloittaminen

Kun lähdet matkaan, avaa ModeLogger-sovellus ja aloita tallentaminen painamalla **"Start recording"**. Kun aloitat matkan, ota huomioon seuraavat asiat:

- **Aloita tallentaminen hieman ennen kuin lähdet liikkeelle.** Esim. ennen kuin puet takin päällesi. 15 sekuntia riittää jo varmasti. Tärkeintä on, että et ole vielä liikkeellä kun aloitat tallentamisen.
- **Kävely** autollesi tai pysäkillä kuuluu matkaan.



- Varmista, että laitteessasi on kytketty **mobiliidatan (3G tms.) käyttö päälle** ja **langattomien verkkojen (WiFi, WLAN) käyttö pois päältä**. Sovellus tarkistaa tämän myös itse aina tallentamisen alkaessa.
- **Paina matkan aikana mieleesi** käyttämiesi julkisen liikenteen linjojen tunnuksia.

2. Tallentamisen lopettaminen

Kun olet saapunut perille määränpäähäsi, lopeta tallentaminen painamalla **"Stop recording"**. Tällöin matkan tietojen automaattinen tallentaminen lopetetaan ja vahvistamisnäkyvä ilmestyy näkyviin hetken kuluttua.

Muista lopettaa matkan tallentaminen pian saavuttuasi määränpäähäsi! Liikuskelu määränpäässäsi saattaa lisätä hämmäntäviä osuuksia vahvistusnäkyvään.

3. Matkan tietojen tarkistaminen ja vahvistaminen

Kun matkan tietojen vahvistamisnäkyvä näytetään tallentamisen lopettamisen jälkeen, sinun on tarkistettava matkan automaattisesti tunnistetut tiedot, korjattava virheelliset tiedot ja lopuksi vahvistettava tiedot. Huomioi seuraavat seikat:

- Matkasi tunnistetut osuudet on listattu näkymän yläosaan. **Tarkista osuuksien tiedot ja korjaa tarvittava määrä niitä vastaamaan toteutunutta matkaasi.** Merkitse vasemman reunan valintaruuduilla osuudet, jotka kuvaavat toteutunutta matkaasi parhaiten.
- Varmista, että valitsemiesi osuuksien **kulkumuodot** vastaavat toteutunutta matkaasi! Korjaa väärin tunnistettu kulkumuoto painamalla kulkumuodon nimeä, jolloin muokkausnäkyvä aukeaa.
 - Julkisen liikenteen osuuksien kohdalla tarkista, että myös **julkisen liikenteen linjanumero** on oikein!

Confirmation

1. Edit and choose the legs to be confirmed

<input type="checkbox"/>	16:44-16:53	0:09	car
<input checked="" type="checkbox"/>	16:54-16:58	0:04	foot
<input checked="" type="checkbox"/>	16:58-17:02	0:03	metro
<input checked="" type="checkbox"/>	17:02-17:05	0:02	foot
<input checked="" type="checkbox"/>	17:05-17:14	0:09	tram 8
<input checked="" type="checkbox"/>	17:14-17:22	0:08	foot

Check all

2. Fill in the additional information

Trip purpose --

Comment

Confirm chosen

Leg editing

Choose the correct travel mode for the leg

tram

If you traveled by transit, please give the transit line number 8

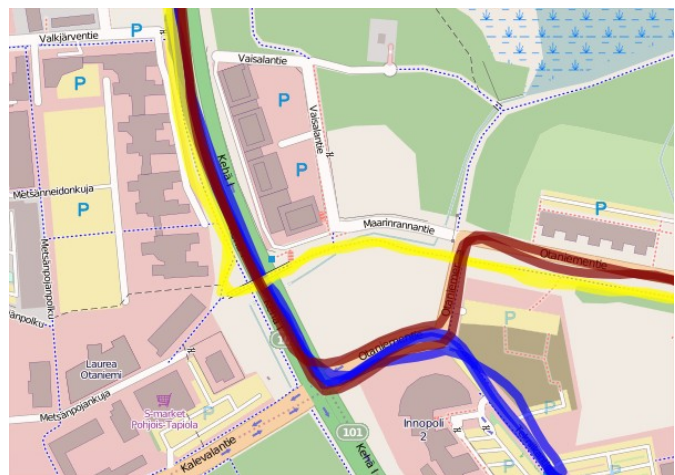
Save travel mode

- **Älä merkitse osuuksia, jotka ovat tarpeettomia matkasi kuvaamisen kannalta!** Esimerkiksi, jos listassa on useita peräkkäisiä kävelyosuuksia, valitse niistä vain yksi. Sovellus venyttää osuuksia siten, että tyhjiä aikavälejä ei jää.

Täytä myös mahdolliset matkaasi koskevat lisätiedot vahvistusnäkyssä. Kun olet valmis, paina **"Confirm chosen"** ja matkasi tiedot lähetetään tietokantaan. Tietojen lähetyksen jälkeen voit sulkea sovelluksen.

Hyvä tietää:

- Voit havainnoida matkustuskäyttäytymistäsi sovelluksen päänäkyssä. Sovellus kerää kertymätietoja käyttämästäsi kulkumuodoista ja esittää ne listana.
- Sovelluksella kerättyä tietoa voidaan analysoida liikennesuunnittelun tarpeita varten selailemalla sekä muodostamalla siitä tilastollisia yhteenvetoja. Kuvassa oikealla näkyy eri kulkumuodoilla matkustettujen matkojen reittejä.



Liite 5: Kaikki käyttökokeilussa kerätyn palautteen sanallisten kysymysten vastaukset.

Mikä matkojen tallentamisessa oli positiivista?

- fairly easy to use after initial problems
- Automatic detection works nicely.
- easy
- It was interesting to see how much I traveled during the week. Guessing of mode and line numbers worked well. Simple,easy interface.
- interesting to know the real commute time. not just an approximate guess. software was easy to use
- Ei tarvinnut välittää tallennukseata matkan aikana

Mikä matkojen tallentamisessa oli negatiivista?

- problems with network connection when starting the application
- You have to remember to Start recording otherwise the trip is completely lost.
- correcting trips and modes when times of changes in modes seemed wrong
- The app crashed often,more than half the times I recorded a trip, so not all travel times got saved to my device. also, it would be useful if the app remembered the last reason for the trip. Since most travels were work or school related, this would reduce typing.
- difficult to remember to activate. had to disable wifi
- Tallennuksen jälkeen ei aina ollut aikaa antaa tietoja ja tarkistaa. Matkan tarkoituksen ja kulkutapavalinnan vaihtoehtot huonoja, oman inputin syöttö puuttui.

Kehitysehdotukset:

- Even if user forgots to start system should try to detect automatically in the background. It is very dismotivating to fail to record the trips.
- Remembering journeys would make the use of the diary easier. I had many identical trips to work, it would be really great if the app could suggest the same reasons for travel and mode choice each time.

Electronic Travel Diary Report

Containing trips between

*Mon Dec 16 2013 00:00:00 GMT+0200 (EET) and
Sun Dec 22 2013 23:59:00 GMT+0200 (EET).*

Users:

All users

Overall information about trip data

Total number of trips: 80
Total length travelled: 1421271.4 m
Average trip length: 17765.9 m
Total time travelled: 2694.5 min
Average trip duration: 33.7 min
Average travelling speed: 31.6 km/h

Mode split by part trips

Mode	count	%	Length, km	%	Duration, h	%
total	91	100	1266.8	100	29.8	100
car	36	39.6	528.8	41.7	14.9	50.1
bus	41	45.1	532.3	42	12.2	40.9
metro	6	6.6	73.4	5.8	0.9	3
train	5	5.5	71	5.6	1.2	3.9
vehicle	3	3.3	61.2	4.8	0.6	2.2

Foot legs found in the data: 126

Total number of legs by user

User	total	foot	bicycle	bus	train	metro	tram	car	vehicle
all	217	-	-	-	-	-	-	-	-
e31	53	34	-	16	2	1	-	-	-
39e	47	30	-	12	-	-	-	5	-
e99	3	2	-	1	-	-	-	-	-
d73	19	13	-	6	-	-	-	-	-
996	8	4	-	-	-	-	-	4	-
376	51	23	-	4	-	5	-	17	2
638	25	13	-	2	3	-	-	7	-
6fc	11	7	-	-	-	-	-	3	1

Modes corrected by the user

Modes detected right: 193 (89 %)

Modes corrected by the user: 24 (11 %)

Total number of legs: 217

		User confirmed							
		foot	bicycle	bus	train	metro	tram	car	vehicle
Detected	foot	123	0	0	1	0	0	1	0
	bicycle	1	0	3	1	0	0	2	0
	bus	0	0	29	0	0	0	1	0
	train	0	0	0	1	0	0	0	0
	metro	0	0	0	0	5	0	0	0
	tram	0	0	0	0	1	0	0	0
	car	1	0	9	2	0	0	32	0
	vehicle	1	0	0	0	0	0	0	3

Transit information corrected by the user

Transit detected right: 32 (62 %)

Transit corrected by the user: 4 (8 %)

Transit not detected: 16 (31 %)

Total number of transit legs: 52

Detected	User confirmed							
	foot	bicycle	bus	train	metro	tram	car	vehicle
	foot	0-0	0-0	0-0	0-1	0-0	0-0	0-0
	bicycle	0-0	0-0	0-3	0-1	0-0	0-0	0-0
	bus	0-0	0-0	26-3	0-0	0-0	0-0	0-0
	train	0-0	0-0	0-0	1-0	0-0	0-0	0-0
	metro	0-0	0-0	0-0	5-0	0-0	0-0	0-0
	tram	0-0	0-0	0-0	0-0	0-1	0-0	0-0
	car	0-0	0-0	0-9	0-2	0-0	0-0	0-0
	vehicle	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0

Comments given about the trips

11 comments given.

comment: end time a little late by few mins

modeChoiceReason: fast

purpose: work

userId: 39e93d6b5cbd212b

startTime: 2013-12-16T06:55:29.334Z

endTime: 2013-12-16T07:30:35.099Z
comment: Käytin autoa mutta tunnisti polkupyöräksi. Lounaalle menemiselle ei ollut mitään kuvaavaa trio purpose vaihtoehtoa.
modeChoiceReason: comfortable
purpose: recreation
userId: 996f87f8392aed3f
startTime: 2013-12-16T09:17:02.438Z
endTime: 2013-12-16T09:26:18.167Z
comment: auto ja bussi
modeChoiceReason: fast
purpose: shopping
userId: 39e93d6b5cbd212b
startTime: 2013-12-16T14:14:57.885Z
endTime: 2013-12-16T14:51:05.237Z
comment: auto ja bussi 147
modeChoiceReason: fast
purpose: shopping
userId: 39e93d6b5cbd212b
startTime: 2013-12-16T14:14:57.885Z
endTime: 2013-12-16T14:51:05.237Z
comment: parturi kauppa koti
modeChoiceReason: fast
purpose: home
userId: 39e93d6b5cbd212b
startTime: 2013-12-16T15:59:58.831Z
endTime: 2013-12-16T16:18:25.143Z
comment: train sello car home
modeChoiceReason: comfortable
purpose: shopping
userId: 638baf82274dbf12
startTime: 2013-12-16T14:54:09.408Z
endTime: 2013-12-16T17:29:00.606Z

comment: Itse asiassa kävin työmatkalla poikkeamassa postissa. Järjestelmä voisi tunnistaa välissä olevan stationaryn erikseen ja siihen voisi valita jonkun asiointi, tms.

modeChoiceReason: comfortable

purpose: work

userId: 996f87f8392aed3f

startTime: 2013-12-17T06:43:42.113Z

endTime: 2013-12-17T07:34:13.824Z

comment: työ kauppa

modeChoiceReason: least transfers

purpose: shopping

userId: 39e93d6b5cbd212b

startTime: 2013-12-17T15:18:55.282Z

endTime: 2013-12-17T15:57:06.342Z

comment: no car

modeChoiceReason: no reason

purpose: recreation

userId: 638baf82274dbf12

startTime: 2013-12-17T15:36:18.152Z

endTime: 2013-12-17T16:07:30.941Z

comment: Unohdin lopettaa matkan ja jostain syystä autoilta kotiin kävely ei tunnistanut oikein.

modeChoiceReason: comfortable

purpose: home

userId: 996f87f8392aed3f

startTime: 2013-12-19T16:07:26.330Z

endTime: 2013-12-19T21:03:38.528Z

comment: taxi

modeChoiceReason: fast

purpose: home

userId: 39e93d6b5cbd212b

startTime: 2013-12-20T20:39:12.631Z

endTime: 2013-12-20T20:56:07.680Z

Report written by Travel Diary Viewer (C) Aalto University, Hannes Keskiikonen